# FUNKSCHAU 2

Zeitschrift für Rundfunk- und Fernsehtechnik, Hi-Fi und Elektronik

51. Jahrgang
19. Januar 1979
DM 3.50
öS 32.– sfr 3.90

8 Seiten MIKROCOMPUTER

## Betamax in Pal-Version
## L-Band-Radar zur Streckenkontrolle

Musik-Programm für den Computer
Bauanleitung: Universelle Infrarot-Fernsteuerung

**Electronica 78**
**2. Berichtsheft**

# Vertreibung aus dem Paradies?

Das Compactcassetten-System, durch technische Fortschritte in der Aufzeichnungstechnik und beim Bandlaufwerk, durch verbesserte Bandmixturen und engtolerierte Fertigung der Kassettengehäuse in kleinen Schritten zu schallplattennaher Qualität aufgewertet, lebt von der universellen Einsatzmöglichkeit, die die kleine CC zu Hause und unterwegs, mit selbst aufgenommenem Programm von Platte oder Rundfunk und nicht zuletzt in Form der industriell bespielten Kassette bietet. Diese Vielseitigkeit tröstet auch den Nichtfachmann über einige ausgesprochen technische Bedienungshandgriffe wie Entzerrungs- und Vormagnetisierungseinstellung oder die Dolby-Einschaltung hinweg. Nun allerdings werden einige „Diversifikationen" sichtbar, die gewiß weder zu größerer Markttransparenz noch zu einer verbraucherfreundlichen Einfachheit führen dürften. Gemeint sind die neuen Kompanderverfahren, die der Compactcassette zu einem – auch Hi-Fi-Ansprüchen genügenden – größeren Dynamikumfang verhelfen sollen.

Wenn man den Veröffentlichungen glauben darf, werden in Zukunft neben Dolby-B und DNL weitere vier neue Systeme zur Dynamikerweiterung angeboten. Das mit recht großem Aufwand vorgestellte und demonstrierte High-Com-Verfahren von Telefunken steht gegen eine Lizenz auch anderen Herstellern zur Verfügung; bei ihm läßt sich durch entsprechende Schaltungsauslegung Kompatibilität mit Dolby-B erreichen, seine Funktionsweise ist jedoch grundsätzlich verschieden. Damit aber nicht genug: Hitachi zeigte auf einer im Herbst abgehaltenen Audio-Convention ein neues Kompandersystem, Sanyo kündigte sein MBDR-Verfahren an, und als vierter im Bunde führt Toshiba einen Dynamik-Expander sowie einen Kassettenrecorder mit dem hauseigenen ADRES-System im Programm.

Für den Verbraucher ist es im Grunde genommen – klammert man die technischen Vor- und Nachteile der konkurrierenden Kompandierungsverfahren einmal aus – gleichgültig, welches Rauschverminderungssystem er in seinem Recorder findet, solange das gewünschte Programm selbst aufgenommen und auf dem gleichen bzw. einem nach dem gleichen System arbeitenden Gerät wiedergegeben wird. Das trifft jedoch nicht auf den Bereich zu, dem die CC ihre Popularität zu einem nicht geringen Teil verdankt: der bespielten Kassette. Ein so unterschiedliches Hardware-Angebot wird sich mit Gewißheit nicht förderlich auswirken, und Kompatibilitäts-Kompromisse passen wohl kaum zu anspruchsvoller High-Fidelity. Hinzu kommt noch, daß der Verbraucher dann mangels Software, die mit seinem Recorder abgespielt werden kann, geradezu zur Eigenaufnahme gezwungen wird und sich somit nach Ansicht der Urheberschützer ständig am Rande der Legalität bewegt. Sicher dürfte gegen das, was uns erwartet, heute noch geradezu paradiesische Einfachheit herrschen.

Dieter Thomsen

**Electronica**
Halbleiter-Aktivitäten ..... 75
Bits in Blasen ..... 77
Die Röhre lebt ..... 79
Passive Miniaturen ..... 81

**Leitartikel** — Vertreibung aus dem Paradies? .... 5

**Leserbriefe** ..... 8

**FUNKSCHAU aktuell**
Video-Kassettenrecorder mit Studioqualität ..... 11
Verstärker-IC mit 100 MHz Bandbreite ..... 11
Halbleiterlaser mit Lacklinse ..... 12
11. Tonmeistertagung in Berlin ..... 12
Fortschritt in der VLSI-Technik ..... 12
Satelliten-Bodenstation für den 14-GHz-/11-GHz-Bereich ..... 14
Secam/Pal-Normenwandler für Videorecorder ..... 14

**Informationen** ..... 42

**FUNKSCHAU express** — Aktuelle Nachrichten ..... 1, 2, 3, 4

**Trend-Untersuchung** — Wie werden sich die Verhältnisse auf dem Tonträgermarkt entwickeln? .. 69

**Audiovision**
Betamax in Pal-Version ..... 71
Ton- und Videostudio für „kleinen Medienverbund" ..... 83

**Fernsehtechnik** — Flacher 16-Zoll-Gasentladungsbildschirm für farbige Bilder ..... 74

**Elektronik** — Keine Angst vor „geladenen" Autos 85

**Nachrichtentechnik** — Komplettes Glasfaser-Datenübertragungssystem ..... 86

**Rechner** — Können Sie sich auf Ihren Rechner verlassen? 2. Teil ..... 87

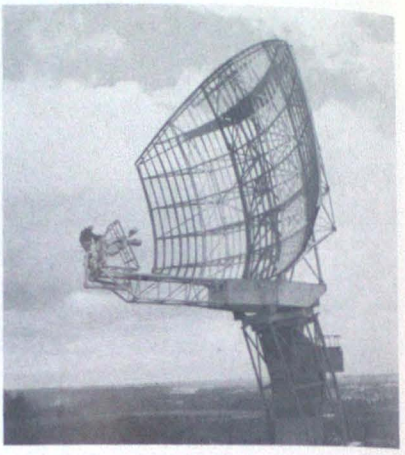
**Funktechnische Arbeitsblätter** — Mo 15: Pulsmodulation ..... 91

**Navigation** — L-Band-Radaranlage zur Streckenkontrolle in der Flugsicherung ..... 95

**Rundfunkempfänger** — Tonrundfunkempfänger mit unzulässigen Frequenzbereichen ..... 97

**Antennen** — Verbesserte Motor- und Automatic-Antenne ..... 99


## Zum Titelbild:



Diese Antenne gehört zur L-Band-Radaranlage SRE-M 5 von AEG-Telefunken. Den Reflektor leuchten zwei Strahler aus, wodurch auch zwei unterschiedliche Richtdiagramme erzeugt werden. Eine elektronische Kombination beider Diagramme erlaubt eine Auslöschung von Festzielen innerhalb der Reichweite der Anlage und erhöht dadurch die Zielentdeckungs-Wahrscheinlichkeit (siehe Seite 95). (Aufnahme: AEG-Telefunken)

## Betamax in Pal-Version

Seite 71

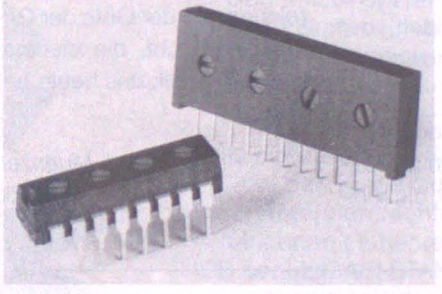
Das Betamax-System zeichnet sich durch geringen Bandverbrauch und eine kleine Kassette aus, die durch die High-Density-Technik ermöglicht werden. Hierbei sind wegen der unmittelbar aneinandergrenzenden Magnetspuren jedoch spezielle Maßnahmen erforderlich, um das Übersprechen zwischen den Spuren zu unterdrücken bzw. zu kompensieren. Dazu nutzt man die Tatsache aus, daß durch Abwinkelung der Kopfspalte die Abtastfähigkeit für hohe aufgezeichnete Frequenzen abnimmt. Die Spalte der beiden Videoköpfe sind daher um 7° gegeneinander versetzt.

# Inhalt

## Weitere Berichte von der Electronica

Ab Seite 75

Im zweiten Teil der Berichterstattung von der Electronica 78 in München stellen wir Neu- und Weiterentwicklungen bei diskreten und integrierten Halbleitern, Röhren und passiven Bauelementen vor. In einem besonderen Bericht werden die jetzt serienreifen Magnetblasenspeicher behandelt, die auf einem einzigen Chip Speicherkapazitäten von z. B. 256 Kbit ermöglichen.



## Universelle Infrarot-Fernsteuerung

Seite 111

In dieser Bauanleitung wird ein Infrarot-Fernsteuersystem beschrieben, das sich für viele Anwendungen eignet. Der Sender arbeitet mit dem IC SAB 3210 und kann 32 (mit zusätzlichen Dioden sogar 60) Befehle abgeben; im Empfänger wird das IC SAB 3209 eingesetzt. Obwohl dieses IC-Paar für die Fernbedienung von Fernsehgeräten entwickelt wurde, ist die Schaltung hier so ausgelegt, daß beliebige Geräte gesteuert werden können.


**Tonspeicherung**

Von der Tonwalze zur Bildplatte, 31. Teil ..... 100

**Mikrocomputer**

Mikrocomputer – Eine kleine Einführung, 8. Teil ..... 103
So einfach ist es (RS-232-Interface) ..... 104
Ein Musik-Programm für den Computer ..... 105
Zusätzliche Befehle beim 6502 .... 109
EPROM-Programmiergerät, 2. Teil 110
Ein Bit oder 1 bit? ..... 110

**Praxis & Hobby**

Universelle Infrarot-Fernsteuerung 1. Teil ..... 111
Panorama-Regler mit linearem Regler-Poti ..... 114
Einfache Spannungsstabilisation für große Ströme ..... 115
Logiksimulator ..... 116
Schaltungskniff: Einfaches Kapazitätsmeßgerät ..... 116

**Service**

Spiegel- und Blendenschutz für Bildröhren ..... 117
Servicemessungen an Modulbausteinen ..... 117
Ersatz für ELL 80 und ECLL 800 .... 118

**Rubriken**

Neue Bücher ..... 119
Neue Druckschriften ..... 120
Neuheitenmarkt ..... 107


### Vorschau

Infrarot-Fernsteuerung
Der mühsame Weg zu den Kabelfernseh-Pilotprojekten
Womöglich bringen die Satelliten keine zusätzlichen Programme
Boolesche Algebra mit Taschenrechnern

**Praxis & Hobby:**
Steuerung einer Modelleisenbahn über eine Ringleitung;
Universelle Infrarot-Fernsteuerung, 2. Teil

Heft 3 erscheint am 2. Februar 1979 · Preis 3,50 DM

# Leserbriefe

**Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.**

## Der Rundfunk und die griechischen Götter

Der Hauptgott unserer produktions- und verbrauchsorientierten Gesellschaft ist zweifellos Merkur: der Förderer von Handel und Wirtschaft, Steigerer von Umsatz und Sozialprodukt, Garant der Wachstumsraten. Kein Wunder deshalb, daß sein altmodisch-sympathischer, noch nicht dem Überschallzeitalter angepaßter Flügelhut die Messeplakate schmückt und ihnen den touch klassischen Lebensgefühls verleiht. „Schützer des Marktes" (Agoraios) nannten schon die Hellenen den griechischen Vetter Merkurs, Hermes. Klug wie sie waren, wußten sie nicht nur um die Bedeutung der Märkte und Messen für die Wirtschaft, sondern auch, daß für den Erfolg jedes Marktes eine schützende Hand von oben von Vorteil ist.

Die moderne Industrie und Wirtschaft (= Kalligeneia, die schöne und herrliche Dinge Erzeugende) kann jedoch auf weitere Gottheiten zurückgreifen, die der Genius der Griechen in weiser Voraussicht für die Bedürfnisse des 20. Jahrhunderts n. Chr. geschaffen hat. Für die Hf-Technik z. B. gibt es Apoll, den „Strahlensender" (Aïgletes), als Schutzgott für Rundfunk und Fernsehen bestens geeignet. So, wie einst Apolls Stimme pythomantisch im Rauschen der Dodonischen Eiche ertönte, so rauschen heute die Voraussagen und Kommentare der Weisen aus Staat, Parteien, Wirtschaft und Wissenschaft zuerst durch den Äther und dann aus den Lautsprechern der Super-Hi-Fi-Boxen (und wie bei den Weissagungen Apolls ist es vielleicht ratsam, den Worten nicht immer unbedingten Glauben zu schenken). Leider nur vergaßen die geistigen Erben Homers, Apoll auch die Funktion eines „Programmverbesserers" zuzuweisen, nicht ahnend, daß diese einmal dringend benötigt würde.

Der „Strahlensender" Apoll übernahm jedoch nur Funktionen, die ursprünglich der Göttervater Zeus innehatte.

Die Entwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik widerspiegelt getreulich diese olympische Arbeitsteilung; denn der Rundfunk folgte bekanntlich der Funkentelegrafie, für die aber einzig und allein Zeus, der „Blitzeschleuderer" (Asteropaios) zuständig war.

Apoll, der Vielseitige, ist aber auch sonst noch stark mit dem Rundfunk verbunden. Als Isodaites (der seine Gaben gleichmäßig an alle verteilt) ist er der Schutzpatron der Gemeinschaftsantennenanlagen, und als Noeros (Geistig, Verständig) hat er auch ein scharfes Auge auf die Kulturprogramme. Als tanzfroher (terpsichoros) und leierfroher (lyrogethes) Lautenschläger (Kerkyoneus) unterstehen ihm auch die musischen Künste. Ja, sogar für die Werbung (sie hätte es sehr dringend nötig) könnte Apolls Begabung nutzbar gemacht werden; schließlich beehrten ihn die Alten Griechen auch mit dem Beinamen Thelgesimythos, das heißt „der durch die Worte bezaubert."

Dort, wo es laut und dynamisch (jedoch nicht unbedingt lustig) zugeht, ist Bakchos, der griechische Gott des Weins, am Werke. Die Griechen nannten in Eriboas (der Lautschreiende), Hymenaios (Freudenspender), der die Weiber in Bewegung setzt (Orsigynaix) und die Sorgen löst (Lysimerimnos). Also ein klarer Fall für Rock'n Roll, Beatles, Elvis Presley und dergleichen. Werden dabei 100 Phon überschritten, so kommt noch Poseidon, der Erderschütterer (Enosigaios) hinzu.

Für die Quiz-Sendungen hingegen ist eine Göttin zuständig, nämlich Athene, die Vielratende (Polyboulos); und auch für die „Welt der Tiere" zeichnet eine Göttin verantwortlich, nämlich Artemis, die Herrin der Tiere (Potnia theron).

Doch nichts geht ohne Zeus, dem Allherrschenden (Pantarchos) und Weithinwaltenden (Euryanax), der das Licht bringt (Phaneios) und das Rechte bestimmt (Enaisimos).

Nur wenn die Verantwortlichen von Rundfunk und Fernsehen sich von ihm inspirieren lassen, werden die Sendungen eine Qualität erreichen, die der Güte der Geräte entspricht, die die moderne Technik uns heute beschert!

*Paul J. Muenzer, München 50*

---

## Programme für TI-59 mit geänderter Speicherbereichsverteilung

Mit einem kleinen Trick läßt sich die Einstellung der Speicherbereichsverteilung vor dem Einlesen der Magnetkarte vermeiden, wenn der Programmstart zwischen die 0. und 473. Programmadresse gelegt werden kann: Der Befehl n OP 17 wird in den Anfang des Programms mit aufgenommen. Vor dem Schreiben der Magnetkarte wird die Speicherbereichsverteilung wieder auf 479/59 eingestellt. (Achtung: Datenspeicherinhalte, die auch auf die Magnetkarte geschrieben werden sollen, müssen im entsprechenden Block untergebracht werden!)

Auf diese Weise wird erreicht, daß Datenspeicherinhalte in Programmspeicherinhalte – bzw. umgekehrt – vor dem Beschreiben der Magnetkarte übersetzt werden. Nach dem Programmstart übersetzt der Rechner mit dem im Programm enthaltenen Befehl n OP 17 diese Programmspeicherinhalte wieder in Datenspeicherinhalte – bzw. umgekehrt.

Das in FUNKSCHAU 25/1978 beschriebene Programm „Umwandlung von Dezimal- in Hexadezimalzahlen" kann damit für den Anwender vereinfacht werden: Das Einstellen der Speicherbereichsverteilung entfällt und es muß nur eine Kartenseite eingelesen werden.

*Werner Frey, Erbach*

## Industrie AUSLAND

**Philips Belgien will bis 1980 die Belegschaft um 2000 Mitarbeiter abbauen,** ausschließlich durch Ausnutzung der natürlichen Fluktuation. Anders ist es nicht möglich, weil der gültige Tarifvertrag Entlassungen bis 1980 ausschließt. Nachdem 1977 bei Philips Belgien 600 Menschen ausschieden und bis Ende 1978 wahrscheinlich weitere 425, wird die Gesamtbelegschaft noch 12 664 zählen. Ursache der Entwicklung ist die weiter fortschreitende Rationalisierung der Arbeit.

**Sinclair Radionics, Cambridge/England, bekannt als Lieferant des kleinsten Fernsehgerätes der Welt,** hat dieses auf mehrere Normen umschaltbare Modell vereinfacht und mit der gleichen 5-cm-Bildröhre (von AEG-Telefunken) für rd. 100 engl. Pfund (ca. 380 DM) herausgebracht. Das Vorläufermodell „Microvision 1" kostete doppelt so viel. Zunächst ist die Auslieferung des neuen Typs nur in England vorgesehen.

**Das Fernsehgerätewerk Admiral Television auf Taiwan,** eine Tochterfirma von Rockwell Intern. Co, Pittsburgh/USA, ist an eine Gruppe asiatischer Geschäftsleute verkauft worden; japanische Firmen sind nicht beteiligt. Das Werk beschäftigt 3500 Mitarbeiter und fertigte im letzten Jahr 340 000 Fernsehgeräte; 200 000 davon wurden in die USA ausgeführt. Die neuen Eigentümer hoffen, daß ihre Fabrik im angestrebten Orderly Marketing Agreement zwischen den USA und Taiwan berücksichtigt wird, d. h. einen großen Teil der dann ausgehandelten Quote für Farbfernsehgeräte erhält.

**Die finnische Elektronik-Industrie exportierte im 1. Halbjahr 1978 für 378,5 Mio. FmK,** der Import hingegen erreichte 801,9 Mio. FmK (+ 7,3 % bzw. + 6,2 %). Nur bei der Unterhaltungselektronik ist die Bilanz einigermaßen ausgeglichen: 155 Mio. FmK Export und 148,1 Mio. FmK Import. Ungünstig sieht es bei elektronischen Bauelementen aus; hier lag im 1. Halbjahr 1978 der Import bei 226,7 Mio. FmK, der Export aber nur bei 86,9 Mio. FmK (1 FmK ≈ –.50 DM).

**Die Matsushita Electric Industrial Co. will ihr Fernsehgerätewerk in Cardiff/Großbritannien erweitern.** Zu diesem Zweck soll ein direkt neben dem jetzigen Gelände gelegener, dem britischen Staat gehörender Gebäudekomplex übernommen werden. Die Erweiterung kommt der Fertigung von Kompakt-HiFi-Anlagen der Marke Panasonic zugute. Mit dem Beginn des nächsten Jahres werden 100 neue Arbeitsplätze bereitstehen, später ist an insgesamt dreihundert Neueinstellungen gedacht. – Das bestehende Fernsehgeräte-Werk fertigt 20- und 22-Zoll-Farbgeräte, die zu 70 % aus in England hergestellten Teilen bestehen. Die Bildröhren liefert die englische Philips-Tochterfirma Mullard.

**Die japanische Aktivität zum Aufbau einer Farbfernsehgeräte-Industrie in der VR China nimmt Gestalt an.** Schon im Sommer 1978 bekamen Toshiba und Hitachi den Auftrag zum Bau eines Werkes für Farbbildröhren, hier ist der Produktionsbeginn für Ende 1980 vorgesehen. Nunmehr wird bekannt, daß die Verhandlungen über den Bau von Farbgeräte-Fabriken nach vielen Vorgesprächen offiziell im Januar 1979 beginnen. Beteiligt sind, offenbar an zwei Projekten, deren Standorte noch nicht festliegen, die Firmen Hitachi, Toshiba, Sanyo, Sharp und Matsushita. Der Produktionsbeginn soll 1981 sein; vorher sind noch die Bedenken der zwischenstaatlichen Exportkontrollbehörde Cocom in Paris zu überwinden.

**Die Entwicklung der Hewlett-Packard Company verläuft weiterhin wie im Bilderbuch.** Im Geschäftsjahr 1978 wuchs der Umsatz um 27 % auf 1,7 Mrd. Dollar und der Reingewinn um 26 % auf 153 Mio. Dollar sowie der Auftragseingang um 31 % auf 1,9 Mrd. Dollar. Die Firma hat heute mehr als 40 000 Mitarbeiter in aller Welt; an sie sind entsprechend einem seit Jahren bestehenden Mitarbeitervertrag über die Gewinnbeteiligung im Geschäftsjahr 1978 8,75 % ihres Einkommens (bezogen auf 13 Monatsgehälter) ausgeschüttet worden. Jede Aktie wurde mit 5,27 Dollar bedient (+23 %). Der Umsatz teilte sich in etwa wie folgt auf: 42 % Elektronische Meß- und Prüfgeräte und Bauelemente, 43 % Computersysteme, Tischcomputer und Taschenrechner, 9 % Medizinelektronik und 6 % analytische Meßtechnik. Aufträge aus den Ländern außerhalb der USA machten 1978 rd. 900 Mio. Dollar aus (+35 %).

## Tonträger

**In den neun Monaten Januar bis September 1978 stieg der Absatz von Tonträgern (Schallplatten und Musikkassetten) über den Handel um 15 %** (erste neun Monate 1977: +19 %. Erstaunlich war der Zuwachs im Absatz von Singles um 15 %. Die Absatzsteigerung bei Pop-LPs ist unerwartet kräftig und wird vornehmlich von den Normalpreis-LP getragen. Statistische „Ungereimtheiten" lassen leider keinen direkten Vergleich zwischen der Umsatzentwicklung bei LPs und Musikkassetten zu, immerhin soviel: Die absolute Zunahme im Pop-Bereich von 16,2 Mio. Stück verteilt sich auf Singles mit 25 %, LPs mit 51 % und Musikkassetten mit 24 %. Bei Klassik kam es nur zu einer Verkaufsausweitung um 6 %. – Seit 1970 hat sich der Tonträger-Wertumsatz am deutschen Markt um den Faktor 2,5 auf 1,7 Mrd. DM erhöht, der Absatz von LPs stieg in diesem Zeitraum um 130 % auf 96,6 Mio. Stück, während der Verkauf der Musikkassetten sich um das 19fache auf 39,2 Mio. Stück erhöhte. Lediglich der Single-Absatz blieb 1977 mit 39,8 Mio. Stück fast konstant. 63 % aller Haushalte im Bundesgebiet haben einen Plattenspieler und 62 % einen oder mehrere Kassettenrecorder. – 10 % des Weltumsatzes mit Tonträgern werden in der Bundesrepublik getätigt, 36,5 % in den USA und 9 % in Japan. – Diese fröhlich stimmenden Fakten kann aber die Tonträgerindustrie nicht davon abbringen, weiter Angriffe gegen die im Urheberrechtsgesetz fixierten Tonbandgeräte-Abgaben (die das private Überspielen sichern) als „zu niedrig" anzugreifen und unverändert eine Abgabe auf jede Leerkassette zu verlangen... alles steht nebeneinander einträchtig in einem Pressedienst des Bundesverbandes der phonographischen Wirtschaft vom November 1978.

**Die Untersuchung der bundesdeutschen Tonträgerhersteller gegen professionelle Fälscher von Schallplatten und Musikkassetten (Raubpressungen bzw. Raub-Überspielungen) wurden fündig.** Das Bundeskriminalamt teilte am 8. November 1978 mit, daß seit dem Juni 1978 umfangreiche diesbezügliche Ermittlungen laufen. Am 3. November wurden in Hamburg der 57jährige G. und der 44jährige P.G. festgenommen, die gerade dabei waren, 14 000 Raubpressungen zu bearbeiten. Zugleich wurde der 50jährige K. festgenommen, in dessen Plattenwerk die Raubpressungen gefertigt wurden. Hinter der Abkürzung K. verbirgt sich, wie der Pressedienst „rundy" mitteilt, Leif Kraul, ehemals Chef der Schallplattenfirma Metronome. Bei den beschlagnahmten Platten handelt es sich um Aufnahmen von Elvis Presley, der Gruppe Supertramp und Cat Stevens. Es wird vermutet, daß der Täterkreis wenigstens 60 LPs gefertigt und in Stückzahlen von 1,5...3 Mio. in den Handel gebracht hat.

**Der deutsch-niederländische Unterhaltungskonzern Polygram, je zur Hälfte im Besitz von Philips und Siemens und mit Sitz in Baarn/Holland und Hamburg,** hat seine international führende Marktstellung weiter gefestigt. Coen Solleveld, Präsident der Gruppe, teilte mit, daß in den ersten zehn Monaten 1978 ein Gesamtumsatz von 2 Mio. DM erreicht werden konnte – wobei das Weihnachtsgeschäft, das durchweg 30 % des Jaresumsatzes ausmacht, noch ausstand. Polygram, u. a. Mutterhaus von Polydor, Deutsche Grammophon-Ges.mbH und Phonogram, gehört mit der EMI/England und CBS/USA zu den drei größten Firmen des internationalen Musikgeschäftes. Polygram ist am Musikmarkt der westlichen Welt nach eigenen Angaben mit 19 % beteiligt.
Das veranlaßt die Polygram, sich noch mehr um diesen wichtigsten Markt zu bemühen. Zwar wird nicht, wie fälschlich berichtet, das Unternehmen seinen Hauptsitz nach New York verlegen, jedoch hält sich seit einiger Zeit Coen Solleveld dort auf, um weitere Aktivitäten anzukurbeln (vgl. auf S. 69 dieses Heftes den Kommentar von Coen Solleveld zur 4. Trenduntersuchung).

## Zur Person

**H.W. Kämmer,** in der Hi-Fi-Szene wohlbekannt, hat am 1. Dezember des Vorjahres die Leitung der Abteilungen Verkaufsförderung und Public Relations sowie die Pressebetreuung bei der Mitsubishi Electric Europe GmbH, Ratingen, übernommen.

**Karl T. Hartwig** ist seit Ende November 1978 Leiter der Abteilung Marketing Service der Gorenje Körting Electronic GmbH & Co., Grassau. Er ist damit verantwortlich für Marktforschung, Produkt-Management, Werbung, Verkaufsförderung und Public Relations. Hartwig war zuletzt Assistant Director Marketing & Sales bei GTE Sylvania, Brüssel. Zuvor war er in der europäischen Zentrale des US-amerikanischen Reifenkonzerns B.F. Goodrich tätig.

**Willi Studer,** Gründer und Inhaber des gleichnamigen Unternehmens, wurde am 1. Dezember 1978 von der Eidgen.Technischen Hochschule Zürich durch Verleihung des Doktors der Technischen Wissenschaften ehrenhalber – Dr. sc.tech.h.c. – ausgezeichnet.

**Prof. Dr. rer.nat.h.c. Manfred von Ardenne,** Dresden – Weißer Hirsch, wurde am 12.12.1978 der Titel Dr. med.h.c. von der Medizinischen Akademie „Carl Gustav Carus", Dresden, verliehen. M.v.Ardenne, lange vor dem Krieg ein maßgeblicher Fernsehspezialist, später intensiv mit der Kernforschung verbunden, hat sich in den letzten Jahren bevorzugt mit der Förderung der Elektro-Medizin befaßt (Krebs-Mehrschritte-Therapie).

**Friedel Krawinkel** leitet jetzt sowohl die Zweigniederlassung Rhein-Main (Dreieich) als auch die Zweigniederlassung Süd-West (Stuttgart) von Nordmende. Der bisherige Leiter der Zweigniederlassung Rhein-Main, Jürgen Klein, ist ausgeschieden.

**Gerd Maier,** Leiter des Tuner-Labors bei Saba, und seine Mitarbeiter **Bertram Fischer** und **Erich Kirschner** erhielten in der Zentrale der GTE in Stamford/Conn. den diesjährigen „Leslie H.Warner-Award" für die Entwicklung eines übersteuerungsfesten Varicap-Tuners überreicht; auf diesen wurden bereits 12 Patente erteilt.

**Dr. Friedrich-Karl Lehmann,** langjähriges Vorstandsmitglied von Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Köln, wurde vom ZVEI zum Ehrenmitglied ernannt. Er hatte dem Vorstand des Zentralverbandes der elektrotechnischen Industrie (ZVEI) ab 1950 und von 1966 bis 1978 dem Präsidium angehört, von 1972 bis 1976 war er Präsident des ZVEI.

**Prof. Dr. Matthias Schmitt,** langjähriges Vorstandsmitglied von AEG-Telefunken, wurde vom ZVEI ebenfalls mit der Goldenen Ehrenplakette ausgezeichnet. Er gehörte ab 1966 dem Vorstand des ZVEI an und von 1969 bis 1978 auch dessen Präsidium. 1973 hatte er die Leitung des damals neuen Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit übernommen (bis 1978).

**Senator E.h. Dipl.-Ing. Dieter Möhring,** langjähriger Vorstandsvorsitzer und auch Vorsitzender des Aufsichtsrates der Standard Elektrik Lorenz AG, wurde vom Zentralverband der elektrotechnischen Industrie (ZVEI) für seine Verdienste um die deutsche Elektroindustrie mit der Goldenen Ehrenplakette des Verbandes ausgezeichnet. Möhring hatte bis 1978 einflußreiche Posten im ZVEI bekleidet.

**Dr. Gerhard Zeidler,** Leiter des Bereiches Forschung und Entwicklung der Unternehmensgruppe Nachrichtentechnik der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, wurde zum Generalbevollmächtigten ernannt.

**Karl-Ludwig Knechtel,** bisher Hauptabteilungsleiter für den Vertriebsbereich Werkzeugmaschinensteuerung, Gaskälte und zerstörungsfreie Materialuntersuchung der Philips GmbH Unternehmensbereich Elektronik für Wissenschaft und Industrie, Kassel, leitet künftig auch den Vertriebsbereich Wissenschaftliche Anlagen und Geräte.

## Ehrung

**Dr. h.c. Max Grundig wurde in Wien das Goldene Ehrenzeichen** in Würdigung seiner bedeutenden Leistungen für die Wiener Wirtschaft verliehen. Überreicht hat es Finanzstadtrat Meyer am 22. November des Vorjahres. – Die Grundig AG hat bekanntlich in Wien-Meidling die wohl modernste Farbfernsehgeräte-Produktionsstätte Europas errichtet. Hier bauen 2000 Mitarbeiter täglich rd. 1000 Geräte.

## Kurz berichtet

In Kiel-Dietrichsdorf errichtet die Hell GmbH, heute mehrheitlich bei Siemens, **für 15 Mio. DM einen viergeschossigen Neubau mit 4100 m² Nutzfläche.** Hell hat heute 1800 Mitarbeiter und wendet rd. 20 % vom Umsatz für Forschung und Entwicklung auf. ● Das von der SEL für die Bundeswehr entwickelte **militärische Anflug- und Landesystem Sekor-TACAN** wurde nach ausgiebiger Erprobung eingeführt. ● An der Sonning-Straße in Hamburg-Hammerbrook **wurde der Neubau der Europa-Zentrale der Sharp Corporation errichtet.** Die 1912 gegründete Sharp Corporation, Osaka/Japan, erwirtschaftet heute mit 33 000 Mitarbeitern etwa 3,3 Mrd. DM Umsatz. ● **Das Berliner Rundfunkwerk von Loewe Opta wurde von der H. Berthold AG, Berlin, erworben;** eine größere Anzahl von Loewe-Mitarbeitern wird übernommen. Berthold ist auf dem Gebiet der Druckerei-Einrichtungen tätig. ● Im neuen Filmkopierwerk des Hessischen Rundfunks werden **jährlich 1 Mio. Meter Farbfilm entwickelt. Jede der drei Entwicklungsmaschinen kann pro Stunde 1200 m Film entwickeln, fixieren und trocknen.** Für die Wasseraufbereitungs-Anlage mußten 0,8 Mio. DM aufgewendet werden! ● In Kiel-Altenholz errichtet die Bundespost mit Siemens-Geräten **eine Kabelfernseh-Anlage, die im Endausbau 2400 Wohnungen versorgen wird. Die Kapazität beträgt 12 Fernseh-Kanäle und 20 Hörfunkprogramme.** ● Der 5., 6. und 7. Satellit **vom Typ Intelsat V soll in den Jahren 1981 und 1982 mit der zur Zeit noch entwickelten Ariane-Rakete der Esa und vom Space Shuttle aus gestartet werden.** Intelsat 1 bis 4 hingegen werden konventionell mit Atlas-Centaur-Raketen der Nasa gestartet. ● Die Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH, Köln 1, Sedanstr. 13–17, führt in diesem Jahr wieder **eine Reihe Service-Kurse für Geräte von Tektronix durch. ● Die Verlagsrechte der schweizerischen Fachzeitschriften „radio tv electronic" und „micomp" sind vom Drapalik-Verlag, Zürich, auf die schweizerische Jean-Frey-Gruppe übergegangen,** die bisher schon Druck, Abonnenten- und Inseratenverwaltung betreute. Der bisherige Verleger Ludwig F. Drapalik bleibt Herausgeber und Chefredakteur. ● **Für die Jahre 1978 bis 1982 werden das Bundesministerium für Forschung und Technologie 252,4 Mio. DM und die Bundespost 272,3 Mio. DM für die Förderung der technischen Kommunikation** in Form von Zuschüssen für Forschungsarbeiten oder für hundertprozentig finanzierte Auftragsforschung ausgegeben. Beide Ministerien werden eng zusammenarbeiten.

## Veranstaltungen und Termine

**Der Verband Deutscher Elektrotechniker e. V. – VDE – kündigt ein umfangreiches Tagungsprogramm für 1979 und 1980 an.** Die nachfolgend aufgeführten Veranstaltungen werden entweder vom VDE und seinen Gliederungen selbst durchgeführt oder der VDE ist daran maßgeblich beteiligt.

13. bis 15. März 1979, Berlin:
Bilddarstellende Systeme und Technologien für neue Kommunikationsformen (Veranstalter: NTG/IEEE).

3. bis 5. April 1979, Baden-Baden:
Höchstintegrierte Schaltungen (NTG/IEEE)

10. bis 13. September 1979, München:
DAGA-Jahrestagung der deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik

10. bis 14. September 1979, München:
9. Europäische Konferenz über Entwicklungsarbeiten bei Halbleitern ESSDERC '79.

17. bis 20. September 1979, Brighton/England:
9. Europäische Mikrowellen-Konferenz EuMC '79.

18. bis 20. September 1979, Southampton/England:
5. Europäische Halbleiter-Konferenz ESSCIRC '79.

19. bis 21. September 1979, Amsterdam:
2. Internationale Konferenz über integrierte Optik und Glasfaser-Kommunikation sowie 5. Europäische Konferenz über optische Kommunikation – IOOC/ECOC '79.

20. bis 26. September 1979, Genf:
3. Weltausstellung des Fernmeldewesens TELECOM '79.

5. bis 7. März 1980:
NTG-Tagung Hörrundfunk.

24. bis 30. März 1980, Stuttgart:
Europäische Konferenz über Elektrotechnik – EUROCON '80 – von der Elektronik zur Mikroelektronik (EUREL und IEEE).

Frühjahr 1980, München:
NTG Fachtagung „Richtfunk"

Frühjahr 1980, Zürich:
Das Internationale Züricher Seminar über Digital-Kommunikation.

September 1980:
Europäische Mikrowellen-Konferenz (EuMC).

September 1980:
Europäische Halbleiterkonferenz ESSCIRC '80.

September 1980:
Europäische Konferenz über Entwicklungsarbeiten an Halbleitern ESSDERC '80.

September 1980:
Europäische Konferenz über optische Kommunikation ECOC '80.

Herbst 1980, München:
10. URSI-Symposium über die Theorie des Elektromagnetismus.

Herbst 1980, Stuttgart:
NTG-Fachtagung Text- und Bildkommunikation

6. bis 8. Oktober 1980, Berlin:
VDE-Kongreß '80

9. bis 15. Oktober 1980:
Interkama

November 1980, München:
Internationaler Kongreß Mikroelektronik

**Mit erheblicher, postalisch bedingter Verspätung erreicht uns ein Bericht von dem 12. SIM – Salone Internazionale della Musica e High-Fidelity in Mailand.** Er spricht von 31 % mehr Besuchern als bei der 11. Veranstaltung, d. h. es wurden 105000 Interessenten gezählt, darunter 95000 Hi-Fi- und Musikinstrumenten-Freunde, 7500 italienische Händler und 2500 Handelsinteressenten aus dem Ausland (55 Länder). Das Interesse der Besucher verteilte sich gleichmäßig auf die vier Sektoren Musikinstrumente, Hi-Fi-Anlagen, Audiovision und Tonträger. Am guten Exportgeschäft nahmen, dem Bericht zufolge, auch zahlreiche kleine und mittlere italienische Hersteller von High-Fidelity-Geräten teil. Der 13. SIM wird, wieder in Mailand, vom 6. bis 10. September 1979 abgehalten.

**Die zweite Europäische Konferenz über Hybrid Mikroelektronik (European Hybrid Micro-Electronic Conference) wird vom 21. bis 23. Mai 1979 in Gent/Belgien, durchgeführt.** Veranstalter ist die europäische Sektion der International Society for Hybrid Microelektronics (I.S.H.M.). Es werden die neuesten Entwicklungen der Dünn- und Dickfilm-Technologie im Hinblick auf Anwendung, Materialien und Produktionstechniken vorgetragen. Konferenzsprache ist Englisch. Eine Ausstellung von Materialien und Fertigungsgeräten ist vorgesehen. Auskunft: Prof. R. Govaerts, Katholieke Universiteit Leuven, Afdeling E.S.A.T., Kardinaal Mercierlaan 94, B-3030 Heverlee, Belgien, oder I.S.H.M. Deutschland e.V. Reinekestr. 22, D-8000 München 90.

**Die Hobby-tronic '79 in Dortmund** (7. bis 11. März, der 7. März ist dem Fachhandel vorbehalten) hat eine Aussteller-Warteliste. Halle 5 mit 5250 m² Fläche ist völlig belegt, so daß eine weitere Halle (4) vorgesehen ist, für die bereits 20 Aussteller ihr Interesse bekundet haben. Wahrscheinlich wird die Ausstellungsfläche gegenüber 1978 um über 80 % wachsen.

**Genau 69 Tage nach der Grundsteinlegung wurde auf dem Messegelände in Hannover am 14. November 1978 der Erweiterungsbau** mit 16000 m² Fläche für den Bereich Büro- und Informationstechnik (Cebit) gerichtet. Zur Hannover-Messe 1979 (18. bis 26. April) werden dem Cebit-Komplex drei Hallen mit 141000 m² zur Verfügung stehen. Der durch ein zentrales Eingangsfoyer beherrschte Hallenkomplex im Norden des Messegeländes bietet dann 1000 Unternehmen der Branche Platz. Die Erweiterungskosten belaufen sich auf 9,4 Mio. DM.

**Auf der Hannover-Messe 1979 zeigen nahe an 60 Verlage Fachzeitschriften, Bücher und andere Fachliteratur.** Wie immer sind die Stände der Verlage über die Hallen verteilt und den jeweiligen Branchen gezielt zugeordnet. Der Franzis-Verlag ist mit eigenen Ständen in Halle 12, 1. Stock, Nr. 1110 und in Halle 9A, Nr. 228 zu finden, außerdem werden die Fachbücher bei Weidemann, Fachbuchschau Deutscher Verleger, in Halle 14 verkauft.

**Auf der Internationalen Funkausstellung 1979 in Berlin wird die ARD etwa doppelt soviele Programme produzieren wie auf der gleichen Veranstaltung 1977.** Das wird durch Nutzung des dann fertiggestellten Internationalen Congress Centrums (ICC) möglich. 1977 mußte die ARD Hörfunk- und Fernsehprogramme gemeinsam in einer Halle produzieren. Nunmehr stehen dem Fernsehen im ICC abwechselnd Saal 1 mit 5000 Zuschauerplätzen und Saal 2 mit 2000 Plätzen zur Verfügung; der Hörfunk belegt Saal 3 (700 Zuschauerplätze). Für die Selbstdarstellung benutzt die ARD jene modernisierten Hallen, die parallel zum ICC, mit einem Übergang verbunden, liegen. Vorgesehen sind eine „Spielstraße", wo die Besucher Geräte aus der Technik selbst betätigen können, ein „Gläsernes Studio" und eine Präsentation von „Tagesschau" und „Tagesthemen".

**Halle 9A auf dem Gelände der Hannover-Messe wird in diesem Jahr zum letzten Mal den Angebotsschwerpunkt „Elektroakustik" (Unterhaltungselektronik) aufnehmen.** Hier sind die verfügbaren 2200 m² netto Ausstellungsfläche wiederum voll vergeben, und zwar zur Hälfte an Auslandsfirmen. 1978 wurde diese Halle mit ihrem interessanten Sammelsurium von Elektronik von nicht weniger als 47 000 Interessenten besucht. Ab 1980 zieht dieser sich zähe haltende Ausstellungsteil in Halle 14 um und gewinnt weitere 1000 m² Fläche. Er ist dann enger mit den Elektro-Hallen verbunden. Halle 9A wird im Zuge der Neugestaltung des südlichen Messegeländes abgerissen. (Hannover-Messe 1979 vom 18. bis 26. April).

**Der Erste Bundeskongreß der österreichischen CB-Funker** findet vom 26. bis 28. Januar in der Kurhalle Wien-Oberlaa statt. Es soll bei dieser Gelegenheit versucht werden, die zahlreichen regionalen CB-Clubs zu einem Dachverband zu vereinigen. Parallel zum Kongreß gibt es eine Geräteausstellung.

**Video Disc & Videogram '79 heißt der Nachfolger der Video Disc '77.** Die Veranstaltung findet am 26. und 27. Februar in London in den Räumen der British Academy of Film and Television Arts, 191 Piccadilly, statt. Die Teilnahme ist auf 200 Interessenten begrenzt. Unter den Vorträgen ist auch ein Report über die Einführung der Videolangspielplatte VLP auf einem US-Testmarkt (Atlanta/Georgia) vorgesehen. Außer zwei Vortragenden kommen alle anderen aus Großbritannien. Teilnehmergebühr: 95 engl. Pfund + Mehrwertsteuer = 102.60 Pfund. Auskünfte: North Media Ltd. c/o Miss Agneta Moe, 37 New Bond Street, London W1Y 9HB.

## Bildplatte

**Der bereits gemeldete Start des VLP-Systems (Philips/MCA-Bildplatte) in Atlanta im US-Bundesstaat Georgia als Testmarkt** ist ein erster Versuch, Bildplatten-Soft- und Hardware in den Vereinigten Staaten einzuführen. Hier wird das System unter dem Namen „Magnavision" angeboten, offenbar in Anlehnung an die Philips-Fernsehgerätefabrik Magnavox, die die Bildplattenspieler herstellt. Der Bildplattenspieler kostet regulär 695 Dollar, eine Halbstunden-VLP 6 Dollar, ein kompletter Spielfilm auf VLP rd. 16 Dollar. Das Programmangebot stammt vom großen US-Medienkonzern MCA und umfaßt sowohl recht aktuelle Filme als auch Oldies, ferner Disney-Filme und Themen aus Sport, Gesundheit, Kunst, Erziehung, Pop und „gewußt wie". Über die Aufnahme des Versuches durch das Publikum – der Start war der 15. 12. 1978 – wird zu berichten sein.

## Handel und Vertrieb

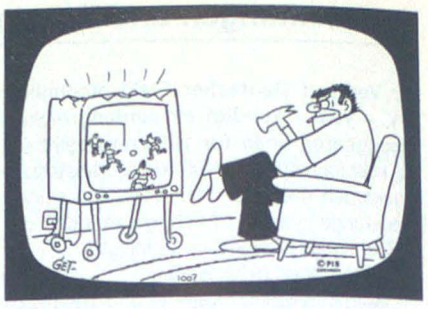
**Die seit Mitte des Jahres tätige Tochtergesellschaft der Salora OY, Salo/Finnland, die Salora GmbH, Hamburg,** feierte am 6. Dezember des Vorjahres – am finnischen Nationalfeiertag – ihre offizielle Firmengründung, wobei die Geschäftsführer Anders Ingström und K.E. Merten die Ziele der Gründung erläuterten. Insbesondere will sich dieses europäische Werk für Unterhaltungselektronik langfristig und europaweit gegen fernöstliche Konkurrenz absichern. Produktionspolitik und der Vertrieb sind ausschließlich auf deutsche Erfordernisse ausgerichtet. Noch vor Aufnahme der Vertriebsaktivitäten wurden ein zentrales Ersatzteilelager, der zentrale Kundendienst und der Ersatzteileversand eingerichtet. Der Vertrieb erfolgt ausschließlich über den Fachhandel.

**Die W. B. S. Electornic W. Brede KG Worpswede b. Bremen, teilt mit, daß ab 4. Dezember der Vertrieb von Sonab-Lautsprechern eingestellt werden mußte,** nachdem die schwedische Sonab-Zentrale mitgeteilt hat, daß diese Produkte „ausverkauft" sind. Eine Vorinformation des deutschen Partners ist offensichtlich nicht erfolgt. W. B. S. Electronic bietet seit 1. Januar 1979 seinem Kundenkreis Olle-Mirsch-Lautsprecher aus Schweden an.

**Expert International teilt mit, daß die dänische Expert-Gruppe liquidiert werden mußte,** nachdem die Organisation im August 1978 ihre Zahlungen eingestellt hatte und Kreditverhandlungen ergebnislos verliefen. Erste Hinweise auf die Schwierigkeiten in Dänemark enthielt unser Bericht über die Hauptversammlung von Bild + Ton – Expert in Heft 22/78, S. 1059. Eine der Ursachen des Fiaskos war der Rückgang des Farbgeräteumsatzes in Dänemark um 30 % auf 140 000 Einheiten im Jahr 1978, Hauptgrund aber war die Abweichung von einer der Grundregeln der Expert-Organisation, nämlich die Mitglieder nur gegen Kasse mit den Exklusivmodellen und anderer Ware zu beliefern; Expert Dänemark gewährte großzügige langfristige Kredite. Das führte wegen des allgemeinen Geschäftsrückganges zum Desaster. Kommentar aus dem Expert-International Headquarter: „Expert Dänemark ist liquidiert, nicht aber die Expert-Idee". Aber auch Expert Dänemark wird nicht verschwinden. Schon Ende Oktober 1978 formierte sich eine Gruppe, um Expert Dänemark in reorganisierter Form wieder aufleben zu lassen. Ende November 1978 hatte die neue Organisation bereits wieder 60 Mitglieder.

## Satellitentechnik

**Im Master Plan für den Ausbau des Nachrichtennetzes der Staaten zwischen Mauretanien im westlichen Mittelmeer bis zum Sultanat von Oman im Osten (8000 km)** wird die Übertragung mit Satelliten eine bedeutsame Rolle spielen. Der Plan wurde Ende September in Genf unter Leitung der ITU von den Teilnehmerstaaten und den Organisationen wie ITU, United Nations Development Program und dem Arab Fund of Social and Economic Development diskutiert, für die endgültige Ausarbeitung stehen 2 Mio. Dollar bereit. In der genannten ausgedehnten Region sollen die Voraussetzungen für die Installation von 30 Mio. Telefonanschlüssen bis Ende 1982 geschaffen werden, dazu ausgedehnte



Netze für die Übertragung von Fernschreib- und Datensignalen, Fernsehen und Rundfunk. Der Generalsekretär der ITU, Mohamed Mili, meint, daß die zwischenstaatlichen Verbindungen der 31 betroffenen Länder (darunter auch Bulgarien, Griechenland, Türkei, Somalia und Jugoslawien) etwa 2 Mrd. Dollar kosten werden; hinzu kommen die weitaus höheren Aufwendungen für die nationalen Netze, so daß der Plan schließlich etwa 30 Mrd. Dollar Investitionen auslösen wird.

**Intelsat, die internationale, von 102 Ländern getragene Organisation der Nachrichtensatelliten,** sucht z. Z. nach Möglichkeiten, dem Wunsch nach privaten Satelliten-Verbindungen zwischen den USA und Mexiko zu erfüllen. Dieses Ausnutzen der Intelsat-Satelliten für private Zwecke ist nicht neu, z. Z. haben 13 Länder mit 80 Erdefunkstellen Kapazitäten in den Intelsat-Satelliten gemietet, weitere 16 Länder haben ihr Interesse daran angemeldet. Zur Zeit wird auch geprüft, ob die mit außerordentlichen Kapazitäten ausgestatteten neuen Intelsat-V-Satelliten für maritime Nachrichtenübertragungen brauchbar sind.

**Der 4-Millionen-Staat El Salvador in Mittelamerika bekam von der Siemens AG nach 18monatiger Bauzeit eine Satelliten-Erdefunkstelle im Wert von 23 Mio. DM schlüsselfertig übergeben.** Die 32-m-Parabolantenne ist auf den Intelsat-IV/A über dem Atlantik ausgerichtet. Zunächst wurden 120 Übertragungskanäle geschaltet, die El Salvador teilweise den Nachbarländern überläßt; diese Kapazität kann später ausgebaut werden. – Wie Intelsat mitteilt, gibt es zur Zeit 192 Erdefunkstellen in 94 Ländern für den Satelliten-Nachrichtenverkehr.

**In Paris konstituierte sich nach mehrjährigen zähen Verhandlungen die von 16 europäischen Fernmeldeverwaltungen finanzierte Organisation „Eutelsat",** dessen Aufsichtsrat von dem Abteilungspräsidenten im FTZ, Dipl.-Ing. F. W. Bodemann präsidiert wird. Der Generalsekretär ist ein Franzose, sein Stellvertreter wurde Dr. Wille Schröter vom FTZ Darmstadt. „Eutelsat" soll dafür sorgen, daß mit Beginn der 80er Jahre innerhalb Europas Fernsprechen, Fernschreiben und Fernsehen via Nachrichtensatellit möglich wird, indem das erste europäische Fernmeldesatellitensystem errichtet und betrieben wird.

**Produktionszahlen der bundesdeutschen Radio- und Fernsehgeräteindustrie**

| | | Januar bis Sept. 1978 | Oktober 1978 | Januar bis Sept. 1977 | Oktober 1977 |
|---|---|---|---|---|---|
| Heim-empfänger | Stück | **417 175** | **55 900** | 63 348 | 490 647 |
| | Wert (Mio. DM) | **200,0** | **27,3** | 24,3 | 186,8 |
| Reise-, Auto- und Taschenempfänger | Stück | **2 407 699** | **274 663** | 371 514 | 3 144 858 |
| | Wert (Mio. DM) | **651,4** | **76,5** | 96,1 | 782,1 |
| Kombinationsgeräte u. Musiktruhen | Stück | **593 085** | **66 435** | 81 536 | 588 794 |
| | Wert (Mio. DM) | **504,8** | **59,2** | 61,2 | 417,9 |
| Fernsehempfänger Farbe | Stück | **2 892 696** | **386 569** | 351 795 | 2 538 295 |
| | Wert (Mio. DM) | **3148,1** | **430,0** | 412,6 | 3008,6 |
| Fernsehempfänger Schwarzweiß | Stück | **339 278** | **57 207** | 61 507 | 559 528 |
| | Wert (Mio. DM) | **149,1** | **18,6** | 23,6 | 184,7 |

# 4. Trend-Untersuchung

Die Dr.-Richter-Forschungsgruppe führt im Auftrag des Franzis-Verlages monatlich repräsentative Befragungen bei den FUNKSCHAU-Beziehern durch zu gesamtgesellschaftlichen Entwicklungstendenzen und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Elektronik-Branche. Die Ergebnisse sind von besonderer marktstrategischer Bedeutung, weil FUNKSCHAU-Bezieher hinsichtlich angewandter elektronischer Technologie Meinungsführer sind (repräsentative Stichprobe n = 500; Ausschöpfung 67,3 %; Befragungszeitraum 1. Oktober bis 1. November 1978).

## Das Thema

Zwei Tonträger, die Schallplatte und die Musikkassette, liegen in Marktkonkurrenz.

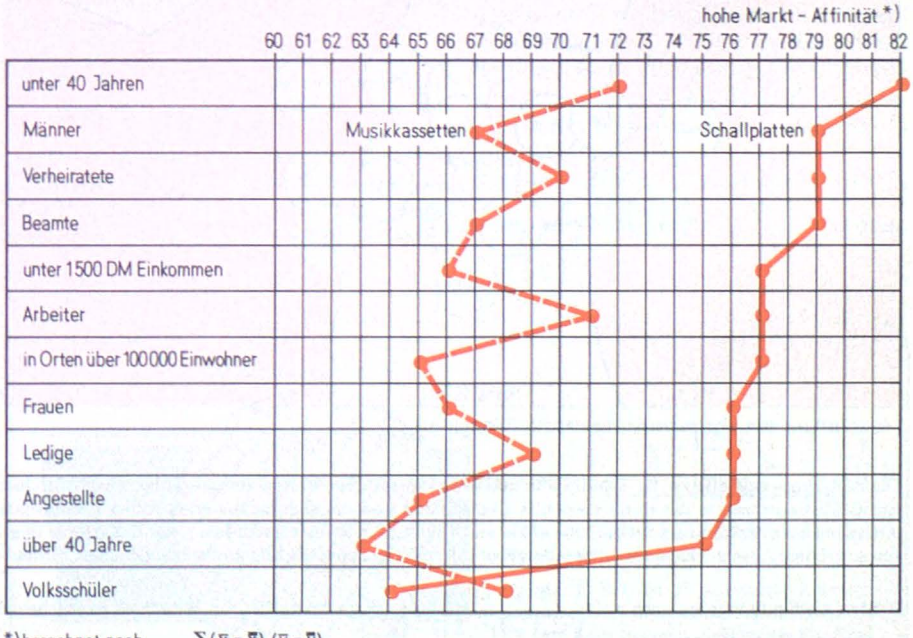
Wie werden sich die Verhältnisse auf dem Tonträgermarkt entwickeln, der allein in der Bundesrepublik Deutschland ein Volumen von über 2 Milliarden DM hat?

## Die Ergebnisse

1. Es wird noch 4 bis 5 Jahre dauern, bis die Musikkassette die Schallplatte ernsthaft im Tonträgermarkt bedrängen kann.
2. Zur Zeit hat die Schallplatte eine größere althergebrachte Marktaffinität als die Musikkassette (Affinität = 0,78 bzw. 0,68).
3. Daß die Musikkassette die Schallplatte langfristig vom Markt verdrängen wird, ist wahrscheinlich. 60 % ±5,5 % (bei einer 95,5 %igen Sicherheit) der Befragten sind dieser Ansicht; auch die Absatzchancen für Kassettenrecorder werden höher eingeschätzt als für Plattenspieler.
4. Das Image der Musikkassette ist in stärkerem Maße als das der Schallplatte in jener Richtung des Vorstellungsfeldes angesiedelt, in die das zentrale Bewußtsein der Gesellschaft bewegt wird (höhere Lebens-, Lust- und Freudeorientierung).
5. Aufgrund ihrer noch geringen Image-Prägnanz wird die Musikkassette schneller den Zielvorstellungen der Bevölkerung durch Werbung angepaßt werden können als die Schallplatte (Prägnanz der Schallplatte 0,88, der Musikkassette 0,64).
6. Besonders bei Volksschülern und Arbeitern wird die Musikkassette die Schallplatte verdrängen.
7. Die zentrale Imageschwäche der Musikkassette gegenüber der Schallplatte, nämlich ihre vermutete geringe Qualitäts-Affinität, wird schrittweise behoben werden.
8. Insbesondere wird die Musikkassette im Vertrautheitsgrad mit der Schallplatte gleichziehen.
9. Bei Fortsetzung der bisherigen gesamtgesellschaftlichen Entwicklung werden beide Tonträger Absatzsteigerungen erzielen, wobei sich der Musikkassettenmarkt schneller entwickeln wird als der Schallplattenmarkt (insgesamt ist mit einer Steigerung von über 10 % für beide Tonträger im Jahre 1979 zu rechnen).

## Coen Solleveld, Vorsitzender der Geschäftsführung der Polygram B.V./GmbH, Baarn/Niederlande und Hamburg, kommentiert die Trenduntersuchung:

*Aus der langjährigen Beobachtung des Welt-Musikmarktes möchte ich eine sehr vereinfachte Trend-Charakterisierung geben: Absatzverdoppelung in jeweils 5 Jahren. Das entspricht einer beachtlichen durchschnittlichen Wachstumsrate von 15 % pro Jahr. Der deutsche Markt für bespielte Tonträger, also für Schallplatten und Musikkassetten, liegt zur Zeit genau in diesem „Welt-Trend": Der Absatz zu geschätzten Endverbraucherpreisen hat sich 1978 gegenüber 1973 – also in 5 Jahren – auf 2,2 Mrd. DM gegenüber 1,1 Mrd. DM verdoppelt. Ich kann keine Garantie dafür geben, daß sich dieser Trend weltweit oder speziell für Deutschland langfristig fortsetzen wird, aber es gibt in unserem „Software"-Geschäft auch keine definierbaren Sättigungsgrenzen, wie diese bei der Elektro- und Elektronik-Hardware eher beobachtet werden dürften.*

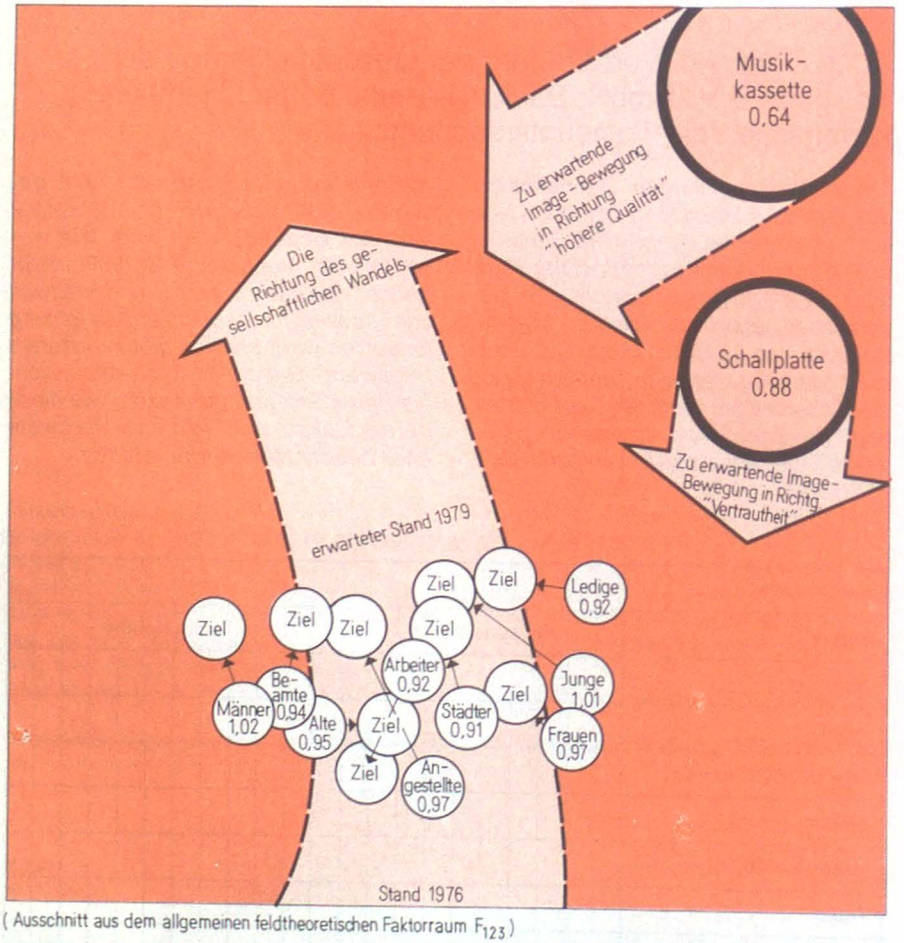



*) berechnet nach $r = \frac{\Sigma(\bar{x} - \bar{\bar{x}})(\bar{y} - \bar{\bar{y}})}{\sqrt{\Sigma(\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2 \Sigma(\bar{y} - \bar{\bar{y}})^2}}$

Die Bedrohung der Schallplatte durch die Musikkassette in ausgewählten Zielgruppen

*Technisch orientierte Kenner dieser Branche neigen dazu, der äußeren Erscheinungsform unseres Produktes einen zu hohen Stellenwert beizumessen. Die Vermutung, daß die traditionsreiche Schallplatte durch die Musikkassette „bedroht" sein könnte, erschreckt in unserer Branche niemanden, weil eine solche „Bedrohung" unsere eigentliche Leistung, das künstlerische Schaffen, kaum berührt. Aber selbst unsere Fabrikverantwortlichen haben keinen Grund, sich verunsichert zu fühlen, denn die Verlagerung eines Teiles der Nachfrage von der Platte zur Musikkassette vollzieht sich kontinuierlich, ohne Sprünge und in insgesamt expansiven Musikmärkten, so daß sich die Anpassung der Preß- bzw. Kopierkapazitäten in aller Regel reibunglos im Rahmen normaler Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen vollzieht.*

*Die Konstellation von Schallplatte und Musikkassette ist nur in geringem Umfang ein Substitutionsproblem, sondern in erster Linie eine Komplementärfrage: Schallplatte und Musikkassette sind in ihrer technischen Auslegung, in ihrer Funktionalität und in ihrer Anmutung so unterschiedlich, daß sich ihre besonderen Merkmale, ihre typischen Schwächen und Stärken nicht wegwischen lassen, sondern jeder Konfiguration ihre Existenzberechtigung geben. Wir wissen aus zahlreichen Studien – und die Untersuchung deutet das auch an –, daß die Musikkassette vom Konsumenten weniger „ehrfurchtsvoll" als die traditionsreiche Schallplatte empfunden wird. Ich stimme nun überhaupt nicht überein mit manchen Marktstrategen, die der praktischen, robusten Musikkassette unbedingt das emotionel stark ausgeprägte Image der Schallplatte unterschieben möchten. Nur in einem Punkt sind wir um Angleichung bemüht: Die Tonwiedergabequalität der Musikkassette darf Schallplattenmaßstäbe nicht scheuen. Im übrigen sollte bei einem so emotionalen Phänomen wie der Musik der persönliche Geschmack des Konsumenten darüber entscheiden, ob der Tonträger lieber „klein und handlich" oder „groß und repräsentativ" sein soll. Es besteht gar kein Zweifel, daß die Musikkassette auf Grund ihrer auf Mobilität ausgerichteten Technik die auf stationäre Verwendung fixierte Schallplatte ergänzen kann. So hat die Musikkassette die Expansion des Musikmarktes in eben solche Konsumbereiche ermöglicht, die der Schallplatte verschlossen sind.*




( Ausschnitt aus dem allgemeinen feldtheoretischen Faktorraum $F_{123}$ )

Die Zielgruppenaffinitäten der Schallplatte und Musikkassette im Wandel des gesamtgesellschaftlichen Entwicklungsprozesses der Bundesrepublik Deutschland und die sich daraus ergebenden zukünftigen Absatzchancen. Erklärung zur Grafik: Je näher ein Angebot am Selbstverständnis einer Zielgruppe liegt, um so größere Absatzchancen hat dieses Angebot in der Zielgruppe. Die hier grafisch angenähert verdeutlichten Abstände wurden nach $r = \frac{\Sigma (\bar{x} - \bar{\bar{x}}) \cdot (\bar{y} - \bar{\bar{y}})}{\sqrt{\Sigma (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2 \cdot \Sigma (\bar{y} - \bar{\bar{y}})^2}}$ berechnet. Die in den Kreisen angegebenen Zahlen geben die Prägnanzen wieder, berechnet nach $\sqrt{\frac{\Sigma (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{n}}$. Je kleiner eine Prägnanz ist, um so wahrscheinlicher ist ein möglicher Image-Verschub

*Ich überlasse es gern den professionellen Propheten in unserem Hause, das Jahr zu bestimmen, in dem die Musikkassette die Schallplatte überholen mag. Vor einem Jahr noch tippte man für Deutschland auf 1981/82. Aber das vergangene Boomjahr 1978 mit rund 20 % durchschnittlichem Zuwachs hat eine unerwartete Revitalisierung der Langspielplatte gebracht. War dies eine Tendenzwende, ein neuer Trend? Ich glaube nicht. Eher ist dies ein Anzeichen für die Vermutung, daß sich zwischen beiden Tonträgern ein spannungsreiches, aber fruchtbares Koexistenz-Verhältnis entwickeln wird.*

*Auf einen Aspekt der Kassette möchte ich noch eingehen, nämlich auf Leerkassetten bzw. die Privat-Überspielung. Es ist wohlbekannt, daß Privat-Überspielungen von Musik eine erschreckende Dimension angenommen haben. Unsere Marktforschung beweist, daß mehr Musik zu Hause aufgenommen wird, als bespielte Tonträger gekauft werden. Die Spieldauer der 1977 verkauften Leerkassetten überstieg die aller fabrikmäßig bespielten Tonträger mit genau 6,7 Mrd. Minuten gegenüber 6,4 Mrd. Minuten für Singles, LPS und Musikkassetten (Quelle: Statistik des Bundesverbandes der Phonografischen Wirtschaft).*

*Abgesehen vom Umsatzausfall ergibt sich hier ein Verlust der Rechte von Autoren, Verlegern, Produzenten, Komponisten und Musikern. Ehe die Gewohnheit, privat zu überspielen, zu einem noch größeren Mißbrauch von Autoren-Rechten auswächst, muß ein entsprechender Urheberschutz gefunden und angewendet werden. Ich denke da weniger an eine höhere Gebühr auf Geräte, sondern vielmehr an eine auf Leerkassetten. Die Verbraucher würden so zwar nicht von ihrem Hobby lassen, doch wären die Rechte der Urheber für diese Nutzung ihres Eigentums wieder anerkannt und gesichert – und das bedeutet einen notwendigen neuen Schutz der Kreativität dieser Menschen.*

Friedrich Manz

# Betamax in Pal-Version

Lange vor dem Start des Betamax-Videorecorders in Europa berichtete die FUNKSCHAU über die Technik des Gerätes, u. a. in Heft 9/1977, S. 366. In letzter Zeit informierten wir in Heft 11/1978, S. 501, über die Pal-Version, ohne jedoch Einzelheiten zu nennen. Diese folgen nunmehr in nachstehendem Beitrag, der – geschrieben von einem Spezialisten der Sony GmbH, Köln – eine technische Druckschrift von Nobutoshi Kihara, Fumio Kohuhu und Yoshio Ishigaki von der Sony Corporation Tokyo zur Grundlage hat.

## Geringer Bandverbrauch ohne Qualitätsverluste

Auffallend am Betamax-System sind der sehr geringe Bandverbrauch und die kleine Kassette, ein Ergebnis der High-Density-Technik. Mit diesem Aufzeichnungsverfahren wird das Bandmaterial optimal ausgenutzt. Die Bandgeschwindigkeit beträgt nur noch 1,87 cm/s. Dabei grenzen die schräg verlaufenden Magnetspuren unmittelbar aneinander (*Bild 1*), man arbeitet also ohne Rasen.

Die Spurbreite konnte auf einen Wert von 32,8 µm reduziert werden. Es ist leicht einzusehen, daß zum Schreiben und Abtasten dieser feinen Magnetspuren eine sehr hohe mechanische Präzision von Bandführung und Video-Kopfanordnung erforderlich ist.

Unabhängig von der für den Bandverbrauch wichtigen geringen Bandtransportgeschwindigkeit ist für die Bildqualität eine entsprechend hohe Relativgeschwindigkeit zwischen Videokopfscheibe und Magnetband von Bedeutung. Bei Betamax wurde deshalb der Durchmesser der Kopfscheibe auf 74,487 mm festgelegt. Daraus und aus der Kopfscheibendrehzahl von 25 U/s errechnet sich eine Abtastgeschwindigkeit von 5,85 m/s. Zieht man die 1,87 cm/s Bandbewegung davon ab, so ergibt sich eine Relativgeschwindigkeit von 5,832 m/s.

Nun ist bekanntlich die kleinste aufzeichenbare Wellenlänge nicht nur von der zwischen Band und Kopf wirksamen Geschwindigkeit, sondern auch von der Spaltbreite des Videokopfes abhängig. Sie beträgt bei Betamax 0,4 µm. Damit können Wellenlängen bis zu 1 µm aufgezeichnet werden. Zur Erhöhung der Wiedergabeempfindlichkeit des Kopfes, besonders bei kurzen Wellenlängen, wurde die Dicke des Kopfes auf etwa das Doppelte der effektiven Spurbreite erhöht (*Bild 2* und *3*). Das Kopfmaterial besteht aus einem MnZn-Einkristall.

### Slanted-Azimut-Recording

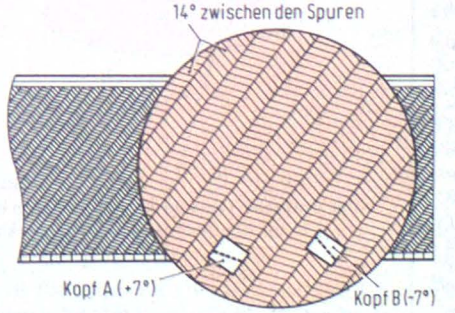
Die High-Density-Aufzeichnungsmethode erfordert wegen des fehlenden Rasens spezielle Maßnahmen, um das Übersprechen zwischen den unmittelbar nebeneinanderliegenden Videospuren zu unterdrücken bzw. zu kompensieren. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, daß durch Abwinkelung des Kopfspaltes die Fähigkeit abnimmt, Magnetspuren mit hohen aufgezeichneten Frequenzen abzutasten. Bei Betamax werden deshalb die Spalte der beiden Videoköpfe um 7° gegeneinander versetzt. Dadurch ergibt sich zwischen den benachbarten Spuren eine Winkelverstellung von 14° (s. Bild 1).

Die Y-Anteile des aufgezeichneten Videosignals werden in FM-Form auf das Band gebracht. Der Modulatorhub geht von 3,5 MHz bis 4,8 MHz. Die sich aus der 14°-Abwinkelung ergebenden Azimutverluste sind bei diesen hohen Frequenzen groß genug, um die Abtastung der Nachbarspuren zu unterdrücken. Wichtig ist, daß die aufgezeichneten Videospuren eine korrekte H-Ausrichtung aufweisen, damit keine Restanteile des Übersprechens in Erscheinung treten. *Bild 4* zeigt, wie sich das Nutzsignal S zum Übersprechen C bei einem Azimutwinkel von 7° + 7° = 14° verhält. Folgende Gleichung macht die Verhältnisse noch deutlicher. Sie berücksichtigt auch den entsprechenden Abtastfehler:

$$C/S = \frac{\sin\left(\frac{\pi W}{\lambda} \cdot \tan\Theta\right)}{\frac{\pi W}{\lambda} \cdot \tan\Theta} \cdot \frac{W}{T - W}$$

Darin ist C = übersprechendes Signal, S = Nutzsignal, W = Größe des Abtastfehlers, Θ = Azimutwinkel-Differenz zwischen beiden Köpfen, T = Spurbreite der Videoköpfe, λ = aufgezeichnete Wellenlänge.

Bei niedrigen Frequenzen wird C/S hauptsächlich durch $\frac{W}{T - W}$ bestimmt.



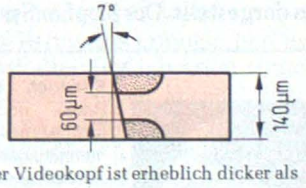
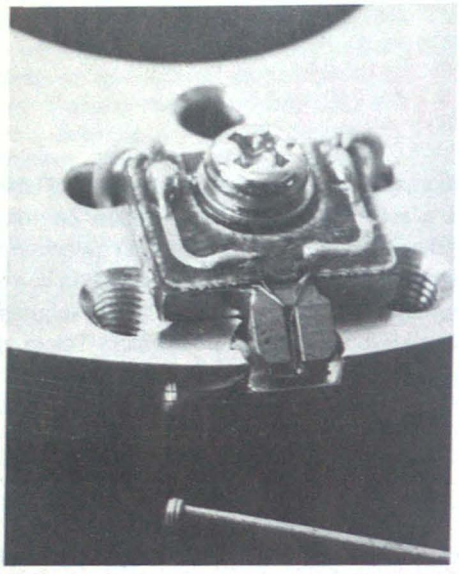




Bild 2. Der Videokopf ist erheblich dicker als die effektive Spurbreite

◀ Bild 1. Bei der High-Density-Aufzeichnungsmethode arbeitet man ohne Rasen. Dabei sind beim Betamax-System die Kopfspalten gegeneinander um 7° versetzt



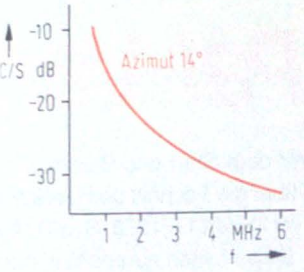



Bild 4. Durch die Abwinkelung der Kopfspalte vergrößert sich mit zunehmender Frequenz das Verhältnis zwischen Nutzsignal S und Übersprechen C

◀ Bild 3. Videokopf des Betamax-Recorders

Wird jedoch die Spaltwinkel-Differenz Θ zwischen den Köpfen größer, so erhöht sich auch tan Θ, und gleichzeitig wird C/S geringer. Bei einem Azimutwinkel von 90 ° kann CS theoretisch den Wert 0 erreichen.

Die Ausgangsspannung der Videoköpfe ist bei geneigtem Kopfspalt etwas niedriger als bei senkrechtem Spalt. Die effektive Geschwindigkeit zwischen Köpfen und Band verringert sich deshalb um den Betrag cos 7 °. Bezeichnet man die Relativgeschwindigkeit mit $V_0$, so gilt die Beziehung

$$V = V_0 \cdot \cos 7°.$$

Mit dem Wert 0,99254 für cos 7 ° ist der entstehende Verlust jedoch vernachlässigbar klein.

Auch die größte mechanische und elektrische Präzision kann nicht verhindern, daß beim Slanted-Azimut-Verfahren während der Wiedergabe ein kleiner Abtastfehler entsteht. In *Bild 5* sind z. B. auszugsweise drei Videospuren dargestellt. Der Kopf in Spur 1 tastet exakt ab. Der untere Videokopf produziert dagegen einen Abtastfehler, weil er in Richtung der Spur 2 verschoben ist. Diese Fehlabtastung hat wiederum einen Zeitfehler $T_j$ zur Folge, der sich auf dem Bildschirm als leichtes Jittern der Kopfübernahmezone bemerkbar macht (*Bild 6*), also dort wo der Signalausgang der Wiedergabekopf-Verstärker von Kopf A auf Kopf B umschaltet. Bild 6 zeigt die Übernahmezone in der Bildmitte. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die vertikale Ablenkfrequenz entsprechend verändert wird. Normalerweise befindet sich diese Zone am unteren Bildrand.

Der Zeit- oder Dihedralfehler $T_j$ kann mit folgender Gleichung ausgedrückt werden:

$$T_j = \frac{W \cdot 2 \tan \frac{\Theta}{2}}{V}$$

V ist hier die Relativgeschwindigkeit. Bei kleinem Azimutwinkel Θ ergibt sich die Beziehung

$$T_j = \frac{W \cdot \tan \Theta}{V}$$

Je größer man den Azimutwinkel Θ wählt, um so unangenehmer macht sich der Zeitfehler bemerkbar. Selbst kleine Abtastfehler erzeugen bei großem Θ große Dihedralfehler. Aus diesem Grund wurde bei Betamax die Schrägneigung des Kopfspaltes auf 7 ° festgelegt. Wie schon angedeutet, sind die Kopfspalte gegeneinander geneigt, so daß sich insgesamt ein Θ von 14 ° ergibt.

Für das Y-FM-Signal sind die Azimutverluste groß genug, um die Anteile der Nachspuren zu unterdrücken. Das Farbsignal dagegen arbeitet mit herabgesetztem Farbträger (685 kHz). Für diese im Vergleich zum Y-FM-Signal (3,5...4,8 MHz) niedrige Frequenz sind die Azimutverluste zu klein, um ein Übersprechen zu verhindern. Aus diesem Grund muß das Übersprechen des Farbsignals elektronisch kompensiert werden. Welche Maßnahmen dazu erforderlich sind, wurde bereits in Heft 2/1976, Seite 61, besprochen.

## Das Betamax-Videoband

Wie schon angedeutet, erlaubt die geringe Spaltbreite der Betamax-Videoköpfe die Aufzeichnung von sehr kur-

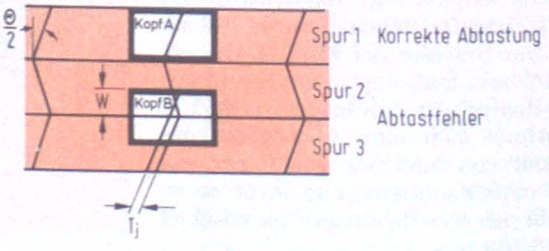



Bild 5. Abtastfehler haben einen Zeitfehler $T_j$ zur Folge

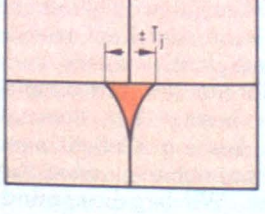



Bild 6. Der Zeitfehler $T_j$ macht sich als Jittern im Bereich der Kopfübernahmezone bemerkbar

**Friedrich Manz** (31), Radio- und Fernsehtechnikermeister. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Servicetechniker im Einzelhandel seit April 1973 Mitarbeiter der SONY GmbH, Köln. Von 1973 bis 1975 Gruppenleiter Videoservice. Seit 1975 Leiter der Abteilung technische Information und Schulung.

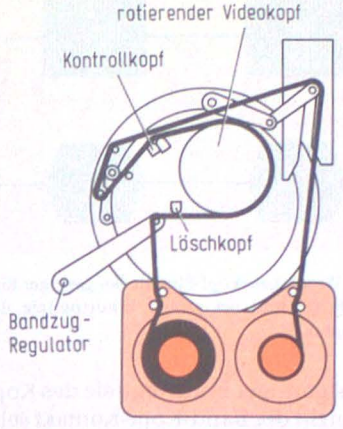



Bild 7. Die U-Loading-Bandführung wurde vom U-Matic-System übernommen

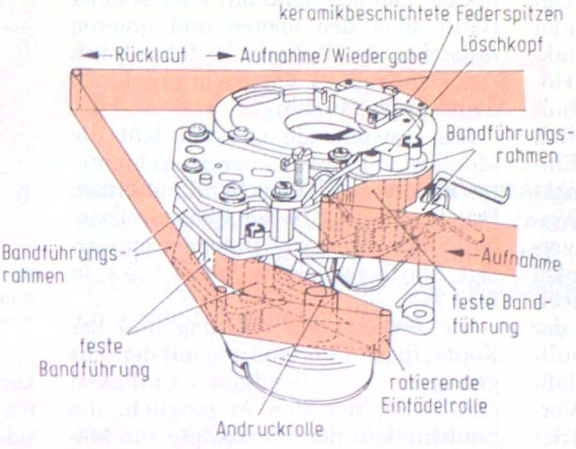



Bild 8. Der Bandweg um die Kopfeinheit

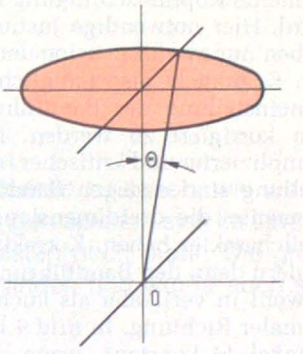



Bild 9. Die Betamax-Bandführungsbolzen brauchen nur zweidimensional korrigiert zu werden. Der Winkel Θ bleibt konstant, wenn der Null-Punkt verschoben wird

zen Wellenlängen. Um dabei noch ein gutes Signal/Rausch-Verhältnis zu erzielen, mußten die Charakteristiken des Video-Magnetbandes verbessert werden. Vergleicht man z. B. die Koerzitivkraft des Betamax-Bandes mit der des semiprofessionellen U-Matic-Magnetbandes, so erhält man bei U-Matic 38,9 · $10^3$ A/m (500 Oe) und bei Betamax 47,76 · $10^3$ A/m (600 Oe).

Direkten Einfluß auf die Rauscheigenschaften, besonders bei hohen Frequenzen, haben sowohl die Oberflächenstruktur des Bandes als auch die Verteilung der Magnetpartikel. Beide Kriterien konnten beim Betamax-Band spürbar verbessert werden.

Die Banddicke beträgt 20 µm bei der Kassette für 2 h 10 min. Davon nimmt die Schichtdicke 4 µm in Anspruch. Die Kassette für 3 h 20 min hat ein Magnetband mit einer Dicke von 14 µm. Die Beschichtungsdicke beträgt auch hier 4 µm. Lediglich die Dicke des Polyester-Basismaterials wurde auf 10 µm verringert. Im allgemeinen besteht bei dünnen Magnetbändern mit glatter Oberflächenstruktur die Gefahr, daß das Band an der Kopftrommel kleben bleibt, was entsprechende Reibmomente zur Folge hat. Für das Betamax-Band entwickelte Sony spezielle Bindematerialien, die diesen Nachteil kompensieren. Die wichtigsten Daten des Bandes sind in der *Tabelle* zusammengestellt.

**Technische Daten des Betamax-Bandes**

| | |
|---|---|
| Trägermaterial: | Polyester |
| Dicke des Trägers: | 16 µm (10 µm) |
| Beschichtung: | 4 µm (4 µm) |
| Gesamtdicke: | 20 µm (14 µm) |
| Breite: | 12,65 mm |
| Bruchfestigkeit: | 4 kg |
| Dehnungsfestigkeit: | 2,5 kg |
| verbleibende Dehnung: | 0,1 % |
| magnetische Orientierung: | longitudinal |
| Koerzitivkraft: | 47,76 · $10^3$ A/m |
| Remanenz: | 0,13 T |
| Rechteckförmigkeit der Hysteresiskurve: | 86 % |

## Bandführungskriterien

Die Kompatibilität und Bildqualität eines Videorecorders hängen wesentlich von der mechanischen Präzision ab. Bandführung und Kopftrommeleinheit sind hier die wichtigsten Kriterien.

Die Bandführung steht in Zusammenhang mit dem Einfädelmechanismus, der notwendig ist, um das Videoband aus der Kassette herauszuziehen und um die Kopftrommel zu legen. Vom Prinzip her unterscheidet man zwischen Mechaniken, die das Band M-förmig oder U-förmig führen. Bei Betamax erfolgen das Ein- und Ausfädeln nach dem U-Loading-Verfahren; es wurde übernommen vom Sony-U-matic-System, das mit $^3/_4$ Zoll breiten Bändern arbeitet. Dieser U-Loading-Mechanismus hat sich im semiprofessionellen und professionellen Einsatz bewährt.

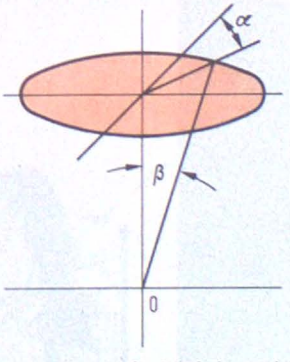



Bild 10. Hier müssen die Winkel α und β bei Verschiebung der Null-Position korrigiert werden, so daß bei Justierarbeiten drei Dimensionen zu berücksichtigen sind

Bei der U-Loading-Konzeption im Betamax-Videorecorder konnte die Anzahl der benötigten Führungen reduziert und gleichzeitig ihre Reibwirkung verringert werden. Die dazu entwickelten Bandführungsrollen sind selbstschmierend gelagert und lassen Drehzahlen von mehr als 4000 U/min zu. Im normalen Betrieb werden diese Werte aber bei weitem nicht erreicht.

In *Bild 7* und *8* ist die U-Loading-Bandführung schematisch dargestellt. Die auf das Band wirkenden Zugmomente konnten sehr klein gehalten werden, weil das Band zwischen Kassettenaustritt und Capstan eine Abwinkelung von insgesamt nur etwa 270° erfährt. Die sich daraus ergebenden sehr geringen mechanischen Momente und die kleinen Reibwerte ermöglichen es, das Band bei allen Betriebsarten eingefädelt zu lassen. Neben kurzen Übergangszeiten zwischen den Bedienungsfunktionen ergibt sich hierbei die Möglichkeit einer Suchlaufeinrichtung, die die Bandpositionen durch Auszählen der Kontrollimpulse des Synchronkopfes wiederfindet. In Japan gibt es bereits Betamax-Geräte, die damit arbeiten.

Die wichtigsten Elemente der Bandführung sind zwei vertikal veränderli-

che Bolzen, mit denen die schräg verlaufende Kopfumschlingung festgelegt wird. Hier notwendige Justierarbeiten haben nur zweidimensionalen Charakter. Es braucht also lediglich die Höheneinstellung der Bandführungsbolzen korrigiert zu werden. Erheblich komplizierter und kritischer in der Einstellung sind dagegen Bandführungselemente, die dreidimensionalen Einstellcharakter haben. Korrekturen verändern dann den Bandführungswinkel sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung. In *Bild 9* bleibt der Winkel Θ konstant, wenn der Null-Punkt verschoben wird. *Bild 10* läßt dagegen erkennen, wie sich durch Verschiebung der Null-Position sowohl der Winkel α als auch β verändern.

### Kopftrommel in Sandwichtechnik

Der U-Loading-Mechanismus ermöglicht es, die Kopfeinheit (*Bild 11*) in der sogenannten Sandwichtechnik aufzubauen. Dabei sind der obere und der untere Teil feststehend, und dazwischen rotiert die dünne Kopfscheibe. Diese Anordnung ergibt in jeder Weise sehr gute Resultate. Besonders die Reibung zwischen Kopftrommel und Band ist über den ganzen Bereich der Umschlingung nahezu konstant, d.h. am Kopfeinlauf beträgt die Bandspannung etwa 40 g und am Auslauf 44 g, also nur das 1,1fache. Dieser geringe Unterschied hat zur Folge, daß Skew-Fehler praktisch nicht in Erscheinung treten.

Ein weiterer Vorteil der Sandwichtechnik ist, daß das Band mit jeweils einer Hälfte über den oberen und unteren feststehenden Zylinder geführt wird. Der Bandzug in Querrichtung bleibt dadurch gleichmäßig.

Das feststehende Oberteil läßt die Montage von zwei keramikbeschichteten Federn zu, die das Band mit einem Druck von 1,4 g in der Führung fixieren. Sie befinden sich unter der schwarzen Plastikabdeckung oben links in Bild 11.

Die Betamax-Bandführung und der Kopfaufbau in Verbindung mit der sehr geringen Bandgeschwindigkeit (1,87 cm/s) machten es möglich, die Eindringtiefe der Videoköpfe ins Magnetband auf einen Wert von 70 µm zu reduzieren. Dies trägt nicht nur in hohem Maße zur Bandschonung bei, sondern verbessert auch die Ausgangssignalform der Wiedergabekopfverstärker. Bei geringer Eindringtiefe des Kopfes erreicht der Band-Kopf-Kontakt sehr schnell seinen Maximalwert (*Bild 12a*). Vergrößert man das Eindringen der Videoköpfe, so dauern der Auf- und Abbau der Kopfsignale etwas länger. Dies hat leichte Veränderungen der Signalform zur Folge (Bild 12b).

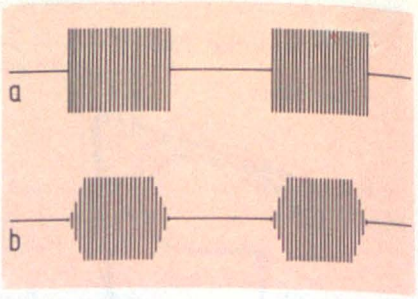
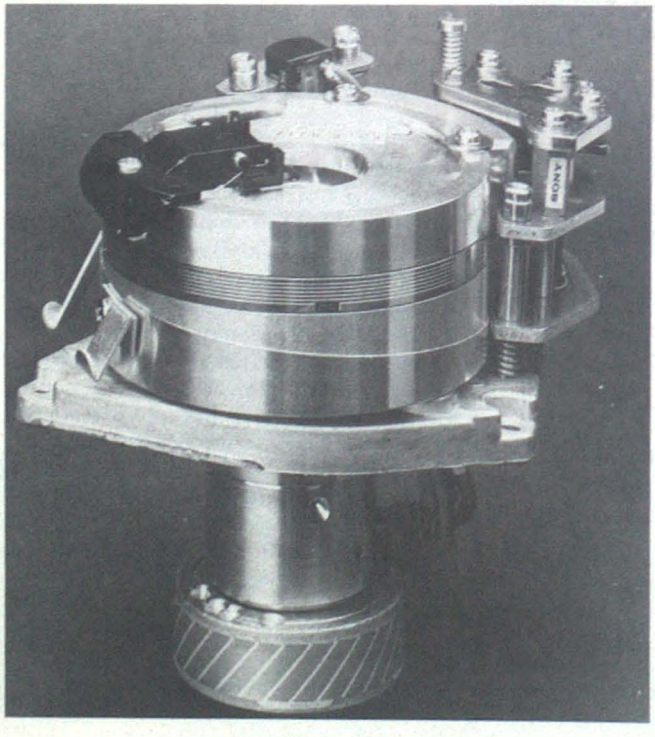



Bild 12. Wiedergabekopf-Signale bei geringer Eindringtiefe (a) und bei großer Eindringtiefe des Videokopfes (b)

# Flacher 16-Zoll-Gasentladungs-bildschirm für farbige Bilder

Laboruntersuchungen an verschiedenen Arten von Flachbildschirm-Anzeigeelementen in Form von LCD-Kristallen oder Gasentladungsanzeigen werden bereits seit längerer Zeit in den Laboratorien des japanischen Rundfunks (NHK) durchgeführt. Über den Versuchsaufbau eines flachen 16-Zoll-Farbfernseh-Bildschirms berichtete die FUNKSCHAU in Heft 21/1978, Seite 1029, im Brief aus Japan. Während Bildgröße und Helligkeit bereits zufriedenstellend sind und sich noch steigern lassen dürften (angestrebt wird eine Breite von 30 Zoll), nehmen die Ansteuerschaltungen noch zuviel Raum ein (*Bild*). Große Hoffnungen setzt man daher auf LSI-Schaltungen. Eine in – nach NHK-Informationen – etwa fünf Jahren erwartete, praktisch nutzbare Lösung, könnte durchaus auch mit einem Fluoreszenzschirm realisiert werden.




◀ Bild 11. Kopftrommeleinheit in Sandwichtechnik

Versuchsmuster eines Fernsehgerätes mit flachem Bildschirm

# Halbleiter-Aktivitäten

Auf der Electronica 78 waren hauptsächlich Bauteile zu sehen, wie wir sie schon seit längerer Zeit kennen. Die Veränderungen spielten sich im Inneren ab: die LEDs wurden wieder heller, die ICs leisten noch mehr. Die große Neuerung war auf technologischem Gebiet zu finden und wurde auch entsprechend gewürdigt: VMOS.

## VMOS-Technologie auf dem Vormarsch

Großes Interesse erweckten auf der Ausstellung Bauelemente in VMOS-Technik. Alle namhaften Halbleiter-Hersteller nahmen das Ereignis zum Anlaß, die Vorteile herauszustellen: Geringe Kapazitäten zwischen Drain und Source führen zu hohen Grenzfrequenzen, insbesondere bei Leistungstransistoren; die Schaltzeiten reduzieren sich im Vergleich zur herkömmlichen bipolaren Technik auf den zehnten Teil, ebenso wie der Einschaltwiderstand; es gibt keinen Second Breakdown (*Bild 1*), und der Drainstrom hat einen positiven Temperaturkoeffizienten. Die Auflistung ließe sich noch ohne Schwierigkeiten verlängern, und man erwartet für die nächste Zukunft einen großen Durchbruch dieser Technologie.

Zur Zeit der Messe gab es jedoch nur einen Hersteller, *Siliconix*, der ein umfangreiches Programm von augenblicklich 30 Typen in großen Stückzahlen liefern kann. Die Firma hat daher auf dem Markt einen guten Vorlauf. Die *ITT-Bauelementegruppe* stellt ebenfalls N- und P-Kanal-Typen als Muster zur Verfügung. Die Leistungs-FET haben die Bezeichnung BD 512 bzw. BD 522 und werden mit mehreren Applikationen angeboten. *Texas Instruments* hat zwei N-Kanal-Typen im Programm: V 2060 für Verlustleistungen bis 12,5 W, V 1060 mit einem typischen Steuerstrom von 300 pA.

Die Industrie zeigt mit ihren Programmen der VMOS-Technologie nur die Spitze eines Eisberges. Nicht allein auf dem Gebiet der diskreten Bauelemente gibt es Neuerungen; durch die besondere Struktur nimmt jedes Element im Vergleich zu herkömmlichen Techniken einen geringeren Platz ein, und das führt bei den ICs zu höheren Integrationsdichten.

## LED werden noch heller

Bei den Leuchtdioden ist man immer auf der Suche nach helleren Anzeigen. Mehrere Wege wurden eingeschlagen, um zu dem gleichen Ergebnis zu gelangen.

Bei der Firma *Stanley* führte der Weg über eine neue Kristallzucht-Technik zu einer LED mit der Lichtintensität von 160 mcd. In dem *Bild 2* wird gezeigt, wie sich die relative Intensität der Extra-Super-Bright-LED in Abhängigkeit vom Durchlaßstrom verhält. Zum Vergleich sind auch Kurven anderer Dioden mit eingezeichnet.

*AEG-Telefunken* veränderte dagegen die Konstruktion. Die rot-, orange-, grün- oder gelbleuchtenden, 13 mm hohen 7-Segment-Ziffern der Typenreihe CQX 86 bis CQX 93 wurden neu vorgestellt. Durch Verwendung von Reflektoren anstelle von Lichtleitern war es möglich, die Lichtstärke um bis zu 50% zu steigern. Die Lesbarkeit bei großer Umwelthelligkeit ist durch den Aufbau der Ziffern wesentlich verbessert worden. Die Anzeigen sind lückenlos aneinanderreihbar, so daß auf diese Weise mehrstellige Displays gebildet werden können.

## IC zur Beseitigung von Störsignalen

Das von *AEG-Telefunken* entwickelte Bauelement U 401 B ist ein Breitband-Kompander-Baustein zur Rauschreduzierung nach dem Highcom-Verfahren. Dessen Aufgabe ist es, Störsignale, die sich bei der Aufnahme bzw. Wiedergabe von Tonbändern oder Übertragung von FM-Rundfunksignalen ergeben, unter die Hörbarkeitsschwelle abzusenken. Das Nutzsignal bleibt unverändert, es werden hörbare Signalverfälschungen vermieden. Bei Pegelverschiebungen zwischen Aufnahme und Wiedergabe verändert sich der Frequenzgang nicht, und der Beitrag zum Klirrfaktor beträgt nur 0,1%.

## TV-Steuerung mit Mikroprozessoren

Auch in den Fernsehgeräten findet der Mikroprozessor immer mehr Anwendung. Ein neues TV-Steuerungssystem auf Mikroprozessorbasis stellte *SGS-ATES* vor. Es bietet Kanalwahl nach dem Frequenzsynthese-Prinzip und ermöglicht dem Anwender eine Vorprogrammierung von max. 16 Fernsehsendungen innerhalb einer Woche. Die Eingabe der erforderlichen Kanäle erfolgt über die CCIR-Nummern oder die entsprechenden Frequenzen unter Anwendung der automatischen Sucheinrichtung. Das System ermöglicht neben den standardmäßigen Fernsehapplikationen auch die Realisierung von Bildschirmanzeigen und -spielen.

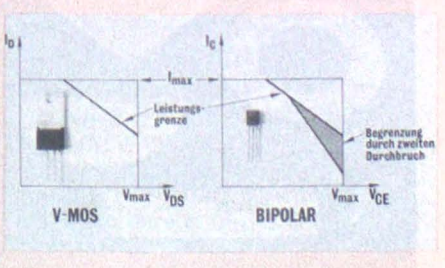



Bild 1. VMOS-Halbleiter können bis an die Grenzwerte betrieben werden; es gibt keinen Second Breakdown

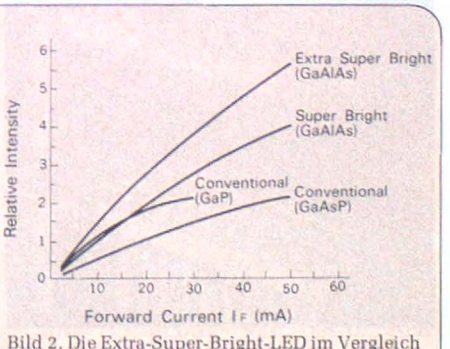



Bild 2. Die Extra-Super-Bright-LED im Vergleich zu anderen Typen

Der für Frequenzsynthese vorgeschlagene IC-Bausatz enthält einen 12-bit-LPS-Standardzähler, einen festen Vorteiler und zwei Speichermöglichkeiten: ein 256x4-bit-CMOS-RAM oder einen neuentwickelten äquivalenten, nichtflüchtigen Speicher.

Während in dem vorher aufgeführten Beispiel ein IC-Bausatz angeboten wurde, liefern andere Halbleiter-Firmen, wie *Texas Instruments*, dem Hersteller von Fernsehgeräten komplette, einbaufähige TV-Steuerungssysteme.

**Austauschbar mit mechanischen Programmspeichern...**

...ist das digitale Speichersystem der Firma *Ruf* und stellt somit eine moderne Variante in neuen oder bereits vorhandenen Rundfunk-Konzepten dar. Es zeichnet sich durch einfache, direkte Bedienung oder Direktanwahl der Programme über jede binärcodierte Fernbedienung aus. Der Modul, der in seinen Abmessungen dem mechanischen Programmspeicher gleicht, enthält einen nichtflüchtigen Speicher für vier Bereichs- und 16 Programminformationen, eine interne Erzeugung der Abstimmreferenzspannung, vier LED-Bereichsanzeigen und Kurzhubtasten als Bedienelemente. Die Anwahl der Programme ist auch über Ringzähler- und Keyboard-Eingänge möglich. Die genaue Sendersuche wird durch kleine Abstimmschritte von 2 mV vorgenommen, die Abstimmgeschwindigkeit läßt sich an die Tunereigenschaften anpassen.

Also werden auch hier aufgrund der Kostensenkung auf dem Halbleiter-Sektor die mechanischen Systeme durch elektronische ersetzt. Kn.

# Elektromechanische Bauelemente

Für den immer größer werdenden Anwendungsbereich der Elektronik steigt auch der Bedarf an Bauelementen zu ihrer Bedienung. Das sind in erster Linie Tasten, mit denen Funktionen ausgelöst werden können. Die Vielfalt der mechanischen Ausführungen ist groß, und das führt zum Einsatz von Grundbausteinen mit entsprechend angepaßten Bedienungselementen.

Ein solches Programm bietet *Preh* an. Es lassen sich mit einem Schaltermodul Einzeltastschalter und ganze Tastenfelder realisieren. Das Gehäuse des Schaltermoduls ist so konzipiert, daß Matrixanordnungen mit einem Rastermaß von 10,16 mm × 5,08 mm zusammengebaut werden können. Durch Verwendung von Abstandselementen, die die gleichen Abmessungen und Verbindungsmittel wie der Schaltermodul besitzen, können andere Rastermaße gewählt werden. Zu diesen Schaltermoduln sind Bedienungsknöpfe unterschiedlicher Größe und Ausführung lieferbar, die wahlweise mit eingravierten oder in Zwei-Farben-Spritzgieß-Technik hergestellten Symbolen versehen werden können. Eine andere Variante der Tastenknöpfe ist mit LED zur Zustandsanzeige versehen. Zugeschnitten auf die Anwendung in der Digitaltechnik, beträgt die Schaltleistung 0,875 W, und die Lebensdauer bei dieser Last liegt bei $10^6$ Schaltspielen.

Aber auch die herkömmliche Taste bietet noch weitere Entwicklungsmöglichkeiten. So weist die Miniaturtaste ETL 15 (*Bild 1*) von *ITT* Unempfindlichkeit gegen Einwirkungen von außen, wie aggressive Atmosphäre oder Staub in der Anwendung oder Waschen im Ultraschallbad, auf. Ausgehend vom Knopfdesign ist die Taste für waagrechten oder senkrechten Einbau im Gerät geeignet, und sie kann als Einzeltaste oder aneinandergereiht als Tastenfeld verwendet werden. Die benötigte Fläche beträgt 15 mm × 15 mm bei einer Bauhöhe von 20 mm.

**Verriegelbare Steckverbindungen...**

...waren überall auf der Messe zu sehen. Die Steckerleisten für Flachbandkabel (*Bild 2*) von *3M* können nachträglich einfach mit Verriegelungs-Clips versehen oder wahlweise komplett mit der Verriegelung bezogen werden. Das eröffnet dem Scotchflex-System neue Anwendungsmöglichkeiten bei Vibrations- oder Schockbeanspruchung. Zum Trennen der Steckverbindung wird die Verriegelung gleichzeitig als Auswerfer verwendet, d. h. das Lösen des Steckers wird wesentlich vereinfacht.

Die neuen Scotchflex-Steckerleisten – mit oder ohne Verriegelungs-Clips – gibt es mit 10...60 Polen, mit Lötstiften in zwei verschiedenen Längen oder mit Drahtwickelstiften.

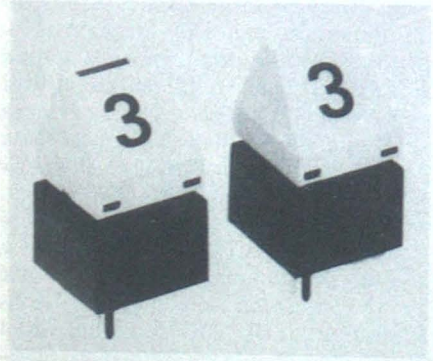



Bild 1. Diese Miniaturtaste läßt sich sowohl vertikal als auch horizontal bedienen

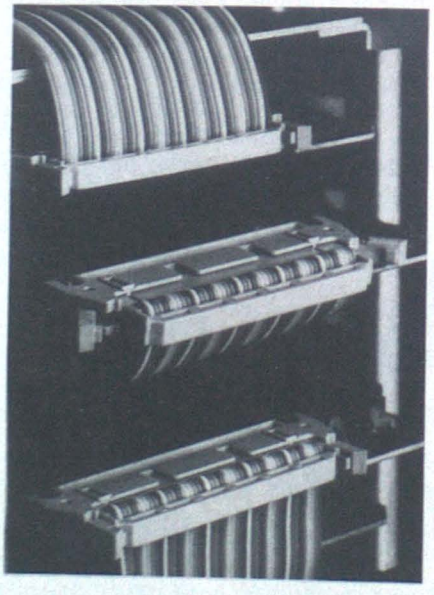


Bild 2. Verriegelbare Steckverbindung für Flachbandleitungen

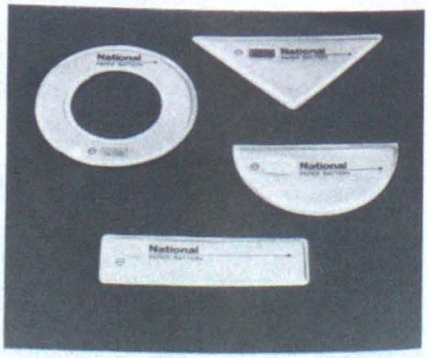



Bild 3. Batterie mit 0,8 mm Stärke und beliebiger Form

### Batterien in neuer Form und Technik

Bei der Entwicklung neuer Batterien gilt es, immer höhere Energiedichten zu erreichen, um mit der Miniaturisierung der Bauelemente und Geräte Schritt halten zu können. Man ist auch bestrebt, die Batterien in den Räumen unterzubringen, die bei der Konstruktion der Geräte übrigbleiben, und kommt daher von den sonst üblichen Formen ab. Als Beispiele lassen sich Neuentwicklungen von Varta und National betrachten.

Die Luft-Zink-Zelle von *Varta* ist ein neues System, in dem statt eines Metalloxids der Sauerstoff der Luft für den energieliefernden Prozeß verwendet wird. Da die Luft von außen zugeführt wird und nicht in der Batterie gespeichert werden muß, steht entsprechend mehr Raum für die aktive Masse, in diesem Fall Zink, zur Verfügung. Erst bei Ingebrauchnahme der Batterie wird sie durch Abziehen einer Folie – über den drei Luftlöchern des Pluspols klebend – betriebsfertig gemacht. Der niedrige Innenwiderstand führt zu einer hohen Spannungsstabilität und damit zu einer konstant guten Tonwiedergabe in Hörgeräten. Diese Luft-Zink-Zelle ist so konstruiert, daß keinerlei giftige Rückstände auftreten können. Sie hat eine Nennspannung von 1,4 V, eine mittlere Entladespannung von 1,24 V und eine Nennkapazität von 320 mAh. Die Abmessungen betragen 11,6 mm im Durchmesser sowie in der Höhe 5,4 mm und sind damit identisch mit den Abmessungen der wichtigsten Hörgeräte-Batterie.

*National* führte eine völlig neue Mangandioxid-Trockenbatterie vor, die nur 0,8 mm dick ist und in vielen Formen hergestellt werden kann (*Bild 3*). Die Batterie ist besonders für Geräte mit geringem Stromverbrauch (20...30 mA) geeignet. Das Prinzip der Zelle entspricht dem der normalen Trockenbatterie; allerdings wird statt des Kohlestiftes eine nichtrostende Stahlplatte verwendet. Sie arbeitet als positive Elektrode und verhindert gleichzeitig das Auslaufen der Batterie. Eine Zelle in Form eines Kaugummistreifens (2 cm × 7 cm) liefert 27 mA bei 1,2 V.

## Glasfasertechnik

Als erster deutscher Hersteller fertigt die *Schott-Gruppe* Glasfasern in industriellem Maße und bietet seit Januar 1979 ein Sortiment an, das von der Standard- bis zur Spitzenqualität reicht.

Für den Einsatz in sehr breitbandigen Datenübertragungssystemen (500 MHz und mehr) oder für Anwendungen, bei denen Singlemode-Ausbreitung des Lichtes gefordert wird, hat die *ITT-Bauelementegruppe* eine Singlemode-Stufen-Index-Glasfaser entwickelt. Die Glasfaser besteht aus einem dotierten Silikat-Kern und einem Borsilikat-Mantel mit Stufen-Index-Profil. Eine Plastikummantelung schützt die Glasfaser gegen mechanische Beanspruchung und vor Umwelteinflüssen.

Kn.

# Bits in Blasen

**Seit kurzer Zeit werden Magnetblasenspeicher in Serie gefertigt, und erste Muster sind zu haben. Wodurch sich diese Speicher von herkömmlichen Halbleiter-Speichern unterscheiden und wie sie funktionieren, erfahren Sie im folgenden Beitrag.**

Erst vor kurzer Zeit wurden dynamische Halbleiter-Speicher vorgestellt, die eine Kapazität von 64 Kbit auf einem Silizium-Chip besitzen. Für deren Herstellung waren erhebliche Anstrengungen bezüglich der Integrationsdichte und neuer Technologien erforderlich.

Wenn man nun von Magnetblasenspeichern hört, die auf einem Chip nun schon 256 Kbit unterbringen, könnte man sich fragen, wozu sich die Halbleiterhersteller überhaupt noch solche Mühe mit herkömmlichen Speichern geben. Die Antwort: Während die Zugriffszeiten bei üblichen statischen und dynamischen Halbleiterspeichern unter 1 µs liegen, muß man bei Magnetblasenspeichern („Bubble Memories") mit mehreren Millisekunden rechnen – Zeiten also, die bereits in der Größenordnung von schnell rotierenden Magnetplatten liegen.

Aus diesem Grund ist ein Magnetblasenspeicher kaum dafür geeignet, z. B. von einem Mikroprozessor direkt als Programm- oder Datenspeicher angesprochen zu werden; denn Mikroprozessoren benötigen für die Abarbeitung eines Befehls ja nur wenige Mikrosekunden, und sie müßten so lange auf den nächsten Befehl warten, daß sie damit sehr schlecht ausgelastet wären.

Es ist daher eher zu erwarten, daß Magnetblasenspeicher eines Tages kleine Magnetplatten-Systeme ersetzen werden, denn Speicherkapazitäten und Zugriffszeiten beider Medien liegen in der gleichen Größenordnung, und schon in einigen Jahren wird der Preis für ein „Bubble Memory" niedriger sein als für ein Floppy-Disk-System. 1 Mbit auf einer Europakarte sind bereits kein Wunschtraum mehr, wie die Firma *Rockwell* auf der Electronica in München zeigte.

### Die Arbeitsweise von Magnetblasenspeichern

Dünne Schichten von bestimmten magnetischen Materialien, wie etwa eine magnetische Granatschicht, die künstlich auf einem nichtmagnetischen Granatsubstrat gewachsen ist, enthalten unregelmäßig geformte „Domänen" (*Bild 1*).

Die unregelmäßig geformten Domänen schrumpfen zu „Blasen", wenn ein Vormagnetisierungsfeld mit Hilfe zweier Permanentmagnete rechtwinklig und auf beiden Seiten der dünnen Granatschicht angelegt wird. Die Blasen sind in Wirklichkeit zylindrische magnetische Domänen von fester Größe, deren Polarisation entgegengesetzt zur dünnen Granatschicht liegt. Falls die Polarisation der dünnen Granatschicht nach „Süden" ausgerichtet ist, so kann man sich die Magnetblasen als schwimmende und nach „Norden" weisende Inseln vorstellen.

Die Magnetblasen sind sehr stabil und können von Punkt zu Punkt mit hoher Geschwindigkeit bewegt werden. Dabei spielt es keine Rolle, welche einzelne Blase sich bewegt; wichtig ist nur die schnelle Übertragung von kristallinen Elementen im Granat.

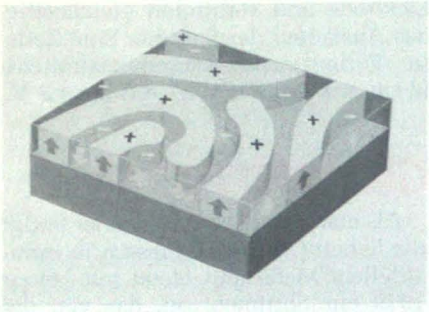


Bild 1. Ohne externes Magnetfeld bilden dünne Schichten magnetischer Materialien sogenannte „Domänen". Durch eine geeignete Vormagnetisierung werden sie zu zylindrisch geformten Blasen

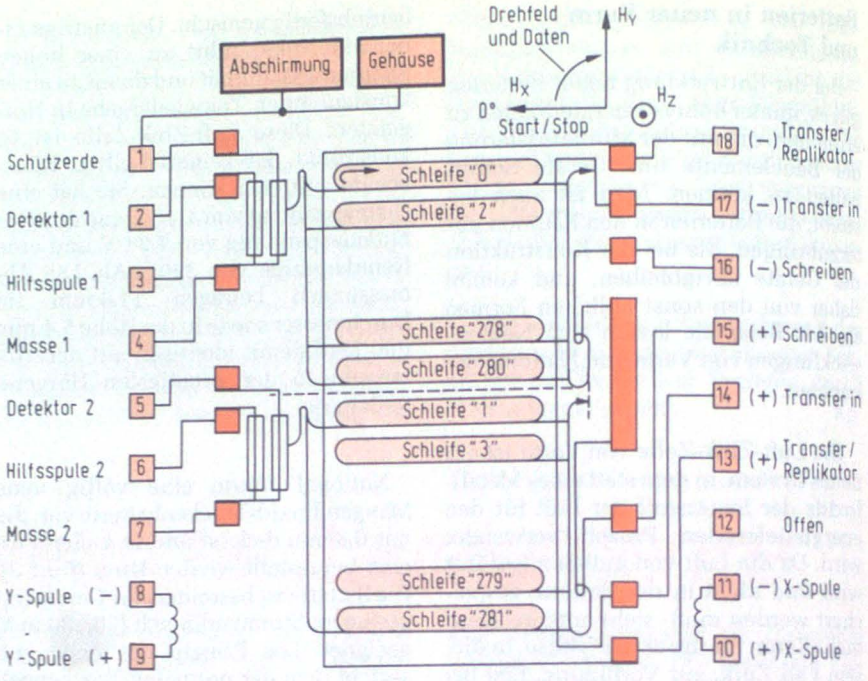



Bild 2. Architektur und Anschlußbelegung des 256-Kbit-Magnetblasenspeichers RBM 256

Für die Kontrolle der Verschiebung der Blasen wird ein aus Permalloy bestehendes Zickzackmuster auf die Oberfläche der Granatschicht aufgebracht. Das im Englischen als „chevron" bezeichnete Muster bildet dabei sogenannte „Pfade". Wenn nun zusätzlich zum Vormagnetisierungsfeld ein drehendes, durch zwei Spulen erzeugtes, magnetisches Feld an die Granatschicht angelegt wird, so können sich die Blasen sehr schnell entlang den Pfaden der Permalloyschicht bewegen.

Die Permalloypfade sind zu Schleifen (Loops) geformt. Die Anwesenheit einer Blase in einer bestimmten Position in der Schleife entspricht logisch „1", die Abwesenheit logisch „0". Ein „Block" besteht aus Blasen in derselben relativen Position innerhalb einer Schleife.

Die Ausgangsschaltkreise der Magnetblasenspeicher enthalten einen Detektor, der es erlaubt, eine Magnetblase als Impuls zu lesen (*Bild 2*). Diese Leseoperation konserviert den Zustand der Magnetblasen auf dem Chip und ermöglicht dadurch ein zerstörungsfreies Auslesen. Weitere Ausgänge können zum Verschieben und Löschen von Magnetblasen benutzt werden.

## Das Problem: Die Peripherie

Was den Magnetblasenspeicher von den herkömmlichen Halbleiterspeichern unterscheidet, ist auch die notwendige externe Logik zum Schreiben, Löschen und Lesen (*Bild 3*). Wie auch bei den Magnetplatten oder -folien ist meist der Einsatz eines „Controllers" sinnvoll, der selbst wieder ein kleines Mikrocomputersystem sein kann. Erst dieser Controller ermöglicht die Verbindung des Magnetblasenspeichers mit dem Adressen- und Datenbus des eigentlichen, zentralen Computersystems, da der Bubble-Chip selbst ja überhaupt keine Adresseneingänge im üblichen Sinne besitzt. Die Kosten, die ein Controller-Modul verursacht, stellen einen wesentlichen Anteil der Gesamt-Speicherkosten dar; so kostet z. B. ein 256-Kbit-Bubble-Baustein derzeit etwas über 1000 DM und der Steuermodul etwa noch einmal das Doppelte davon.

Trotzdem sollte man vor diesen Preisen nicht erschrecken; schließlich kosteten auch die ersten Taschenrechner einige hundert Mark! Fe.

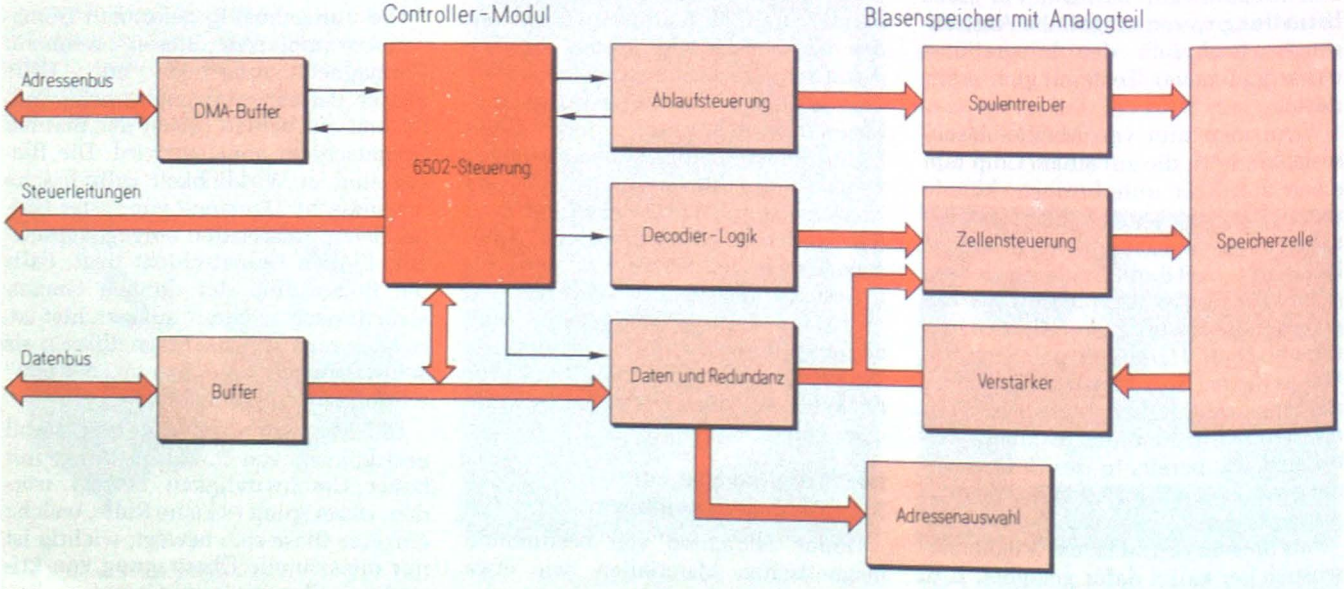



Bild 3. Konfiguration eines vollständigen Magnetblasen-Speichersystems

# Die Röhre lebt

**Obwohl mit Hilfe der Halbleitertechnologie auf kleinstem Raum Schaltungen untergebracht werden können, die sich durch hohe Intelligenz auszeichnen, kann die „dumme" Röhre nicht ersetzt werden, wenn es sich um extrem hohe Leistungen und Frequenzen handelt; man denke aber auch an Bildaufnahme und -wiedergabe mit Röhren.**

Zur Herstellung der Plexiglas-Abdeckungen der Auto-Schlußlichter, Plastikverkleidungen und zur Verschweißung der Nähte von Sitzpolstern werden vorwiegend in der Automobilindustrie Generatoren im Bereich 27 MHz für die Kunststoffverarbeitung eingesetzt. *Bild 1* zeigt vier der für diesen Zweck hergestellten luftgekühlten Glas-Metall-Keramik-Trioden. Mit der Röhre BR 1196 (links im Bild) erreicht man eine Leistung von 8,8 kW bei einer Frequenz von 85 MHz und einer Anodenspannung von 7,2 kV. Transistoren dieser Leistungsklasse wären um ein Vielfaches teurer als diese Standard-Röhre für Industriegeneratoren von *Nucletron*.

Für Rundfunksender baut *Siemens* die 500/600-kW-Sendetetrode RS 2074 SK mit konzentrischen Elektrodendurchführungen, die sich besonders für 600-kW-Mittelwellensender und 500-kW-Kurzwellensender eignet. Die Heizspannung beträgt 14 V, der Heizstrom 950 A. Die Steilheit beträgt 450 mA/V bei einer Anodenspannung von 15 kV.

Hohe Kosten für Anschaffung und Stromverbrauch machen Klystrons für Fernsehsender derzeit weniger gefragt. Der Trend geht zu Tetroden, von denen der o. g. Hersteller jetzt zwei Typen für den UHF-Bereich mit Siedekondensationskühlung anstelle der bisherigen Luftkühlung ausgerüstet hat.

Die UHF-Leistungstetrode RS 1034 gab es zunächst mit dem Kürzel „L" für Luftkühlung und 10 kW Ausgangsleistung. Um die Anode noch mehr belasten zu können, wurden in diesen Tetrodenteil Kühlkanäle eingearbeitet. Das eingefüllte Wasser steht unter einem Druck von 2 bar und siedet bei 120°C.

Der entstehende Dampf entweicht aus den Kühlkanälen und trifft auf eine Strömung mit einigen Metern pro Sekunde. Dort wird der Dampf mitgerissen und im Wirbelzustand sofort kondensiert. Der Wechsel von Sieden und Kondensieren bedeutet bei den angegebenen Werten eine recht effiziente Kühlung. Die abgeführte Wärme wird schließlich mit einem äußeren Radiator oder über einen Sekundärkreislauf an die Umluft abgegeben. So gelang es, die Ausgangsleistung der RS 1034 in der SK-Version (*Bild 2*) gegenüber der luftgekühlten Ausführung von 10 kW auf 20 kW zu verdoppeln. Gleichzeitig sind in der RS 1034 SK die Störmoden unterdrückt, die sonst bei Röhren hoher Steilheit (rund 100 mA/V) leicht angeregt werden.

Die RS 1034 SK eignet sich für 20-kW-Bildsenderstufen und 10-kW-Endstufen mit gemeinsamer Bild- und Tonverstärkung. Die RS 1054 SK kann zunächst als Treiberröhre für die RS 1034 SK fungieren, sie ist aber auch für 4-kW-Bildsenderendstufen und 2-kW-Tonendröhren in 20-kW-Fernsehsendern mit getrennter Verstärkung von Bild und Ton konzipiert. Außerdem lassen sich L- und SK-Versionen kombinieren. Der erste nach diesem Prinzip arbeitende TV-Sender mit nur noch zwei Röhren – „combined technic" – hat eine Ausgangsleistung von 10/1 kW und ist im gesamten internationalen Bereich des Bandes IV/V (470 bis 860 MHz) einsetzbar. Anfang 1979 wird eine Doppelanlage an den Norddeutschen Rundfunk für Cuxhaven geliefert. Eine weitere Anlage wird derzeit für die Station Grünten des Südwestfunks gefertigt.

Für die Übertragung von Fernseh- und Rundfunkprogrammen oder beliebigen AM/FM-Signalen in den Bereichen 12 GHz und 13 GHz werden spezielle Richtfunkanlagen eingesetzt. Diese drahtlosen Übertragungseinrichtungen werden vorwiegend als Punkt-zu-Punkt-Verbindungen in Gegenden vorgesehen, in denen aus geographischen oder technischen Hinderungsgründen eine entsprechende Kabelverbindung nicht hergestellt werden kann. *AEG-Telefunken* zeigte die für die End-

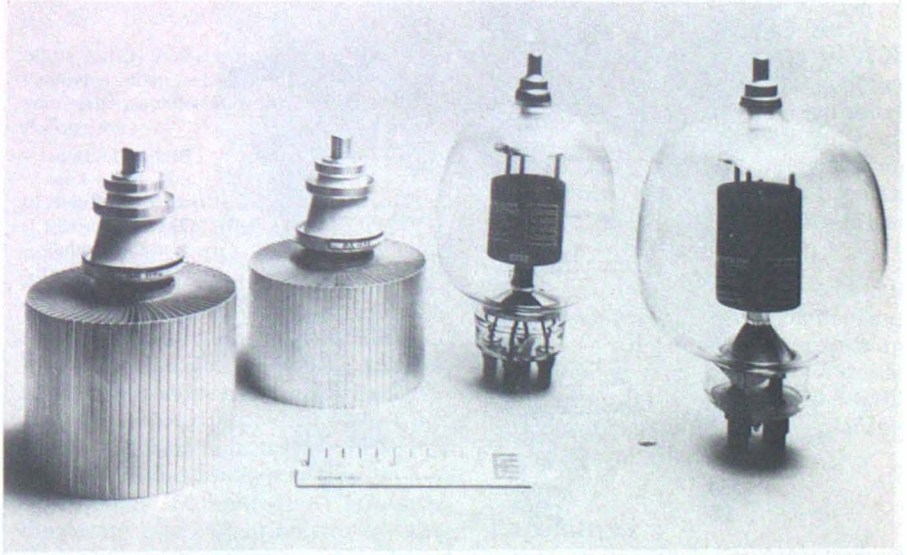


Bild 1. Der Endverbraucher hat bei Verwendung dieser Röhrentypen den Vorteil, daß er diese relativ preisgünstig beziehen kann, da es international mindestens vier Hersteller gibt, die äquivalente Typen liefern

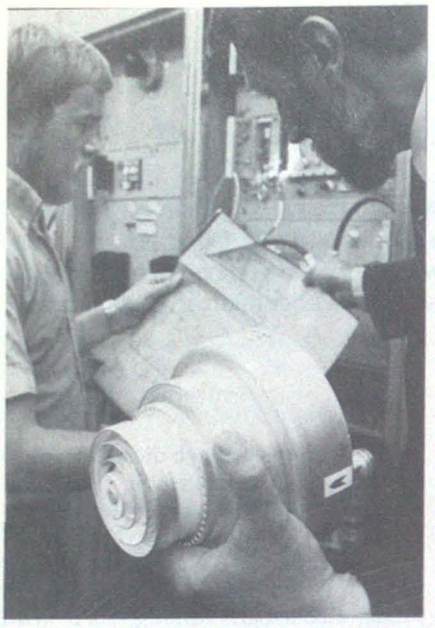


Bild 2. Die ersten Fernsehsender mit diesen siedegekühlten Tetroden werden demnächst in Betrieb genommen

stufe dieser Richtfunkanlagen entwickelten Wanderfeldröhren YH 1194 und YH 1197. Die YH 1194 arbeitet im Frequenzbereich von 12,7 GHz bis 13,2 GHz, die YH 1197 von 11,7 GHz bis 12,5 GHz. Der wesentliche Vorteil der neuen Wanderfeldröhren besteht darin, daß durch Verwendung eines Zweistufen-Kollektors die Leistungsaufnahme und die Verlustleistung herabgesetzt wurden. Der Wirkungsgrad konnte auf 38% bei 22 W – gegenüber bisher 25 % – verbessert werden. Eine weitere wichtige Eigenschaft dieser Röhren ist ihre einfache Einknopfbedienung für die Ausgangsleistung. Alle anderen Betriebsspannungen sind fest eingestellt. Das integrierte Samarium-Kobalt-Magnetsystem ist ebenso wie die extrem robuste Bauweise in Metall-Keramik-Technik das Produkt der Erfahrungen mit Satelliten-Wanderfeldröhren.

Zum Schutz von Leistungs-Wanderfeldröhren sind die Doppelkatoden-Thyratrons CX 1541B für 35 kV, CX 1542B für 65 kV und CX 1543B für 100 kV von *Nucletron* gedacht (*Bild 3*). Besonders großer Wert wurde auf die Erreichung der geringen Heizleistung von 2 × 35 W gelegt. Wird die Schutzstrom- und Hilfsspannungsversorgung mit einem 20-kHz-Wechselrichter vorgenommen, so ist es leicht, über einen verhältnismäßig kleinen kapazitätsarmen Übertrager die Crowbar-(Kurzschluß-)Schaltung bis zu 100 kV hochzulegen. Hierdurch wird es möglich, die Auslösung der Crowbar-Funktion von der Wanderfeldröhren-Wendel und dem Kollektor über einen Lichtleiter separat vorzunehmen (*Bild 4*).

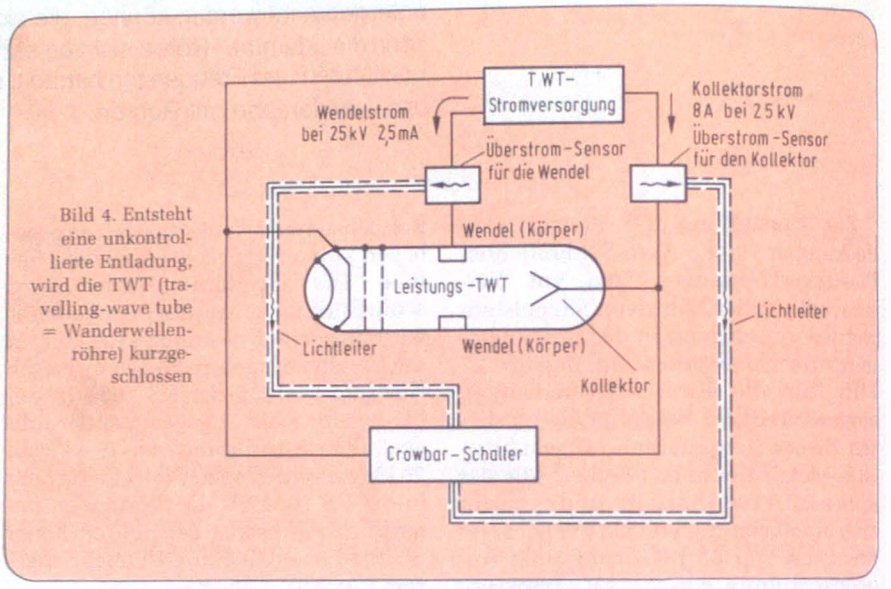



Bild 4. Entsteht eine unkontrollierte Entladung, wird die TWT (travelling-wave tube = Wanderwellenröhre) kurzgeschlossen

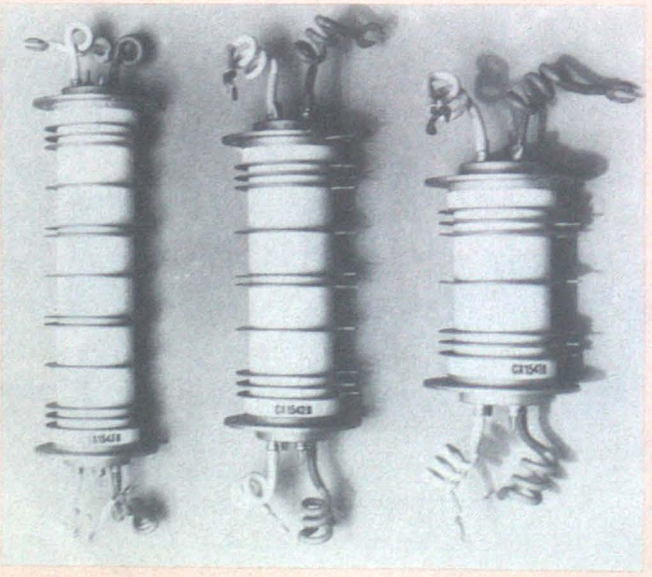


Bild 3. Die Doppelkatoden-Konstruktion dieser Thyratrons dient zum Kurzschluß der durch Induktivitäten entstehenden Revers-Spannungen

Auf dem Sektor der Mikrowellen-Röhren ist zu bemerken, daß sich Leistung, Gewicht und obere Frequenzgrenze immer mehr verbessern lassen. Frequenzen um 170 GHz lassen sich heute bereits problemlos erzeugen und verwerten. Im 94-GHz-Bereich stehen seit kurzer Zeit auch Röhren zur Verfügung, die höhere Leistungen produzieren können. Bei den durchstimmbaren Magnetrons hat man das Problem der auftretenden Frequenzsprünge in den Griff bekommen. Als Beispiel sei der Typ M 5059 von EEV (English Electric Valve Company Limited) genannt, der mit einem piezo-elektrischen Wandler elektrisch abgestimmt wird. Der neue Abstimmechanismus befindet sich innerhalb des Vakuumsystems und benötigt nur eine einfache elektronische Steuerung. Durch den Ersatz der mechanischen Abstimmung war es möglich, ein 50-kW-Magnetron herzustellen, das in Gewicht und Abmessungen einem herkömmlichen 40-kW-Magnetron gleicht. Ta.

# Passive Miniaturen

Ganz so spektakulär wie bei aktiven Bauelementen, speziell bei Mikrocomputern und LSI-Schaltungen, ist der technische Fortschritt bei den „Passiven" natürlich nicht. Und von vielen Firmen war auf die Frage „Haben Sie etwas Neues?" nur ein knappes Nein zu hören. Trotzdem gibt es auch auf dem Gebiet passiver Bauelemente einiges an Erwähnenswertem, wie der folgende Bericht zeigt.

## Widerstände: Kaum von der Integration betroffen

Bei einer kleinen Umfrage unter den führenden Herstellern von Widerständen in Deutschland kam immer wieder die Klage über den Preisdruck aus Fernost zur Sprache. Der Bedarf an Widerständen hat sich eingependelt; was an Integration verlorenging, wurde bei den peripheren Beschaltungen wieder gewonnen. Der Einsatz verschiebt sich von Einzelwiderständen etwas zu Widerstandsnetzwerken (obwohl auch hier schon von einem ruinösen Preisverfall gesprochen wird) und zu Hybridschaltungen.

Von dem Gebiet der Festwiderstände (seien es nun Kohleschicht-, Metallschicht-, Metalloxidschicht- oder Drahtwiderstände) ist daher kaum Neues zu berichten. Überall dort, wo es auf Kostenersparnis in der Montage, Raumgewinn für andere Bauelemente, geringe Abmessungen und hohe Pakkungsdichte ankommt, werden mehr und mehr Widerstandsnetzwerke in SIL- und DIL-Technik eingesetzt (*Bild 1*). Es hat sich mittlerweile gezeigt, daß auch bei Widerstandsnetzwerken kleine Drift und enge Toleranz verlangt werden, und auch gefertigt werden können. So liefert z. B. *Beyschlag* Widerstandsnetzwerke mit Metallschichtwiderständen nach DIN 44 061 mit den Toleranzen 0,5 %, 1 %, 2 % und Temperaturkoeffizienten von 25, 50, 100. Die angebotenen Netzwerke sind sowohl für die Rastermaße 2,5 mm als auch 2,54 mm geeignet. Der Widerstandsbereich erstreckt sich von ca. 10Ω...10 MΩ (*Ruf*). Bisher rechtfertigte der relativ hohe Preis keinen Einsatz in der konsumelektronischen Industrie. Die von *Preh* entwickelte Dickschichttechnik „Polypyron" ermöglicht es, Trimmwiderstände und Widerstandnetzwerke in DIL- und SIL-Package zu realisieren, die technische Vorteile mit Kosten-Vorteilen verbinden.

Speziell für die Hörgeräte- und Fotoindustrie wurde von *Ruf* ein Miniatur-Trimmerwiderstand E 120/75 geschaffen. Dieser Trimmerwiderstand mit 4 mm Breite und 4,1 mm Höhe (ab Oberkante Leiterplatte) ist als Spannungsteiler ausgebildet, wobei die Anschlüsse A und E auf der Betätigungsseite und der Schleiferanschluß S auf der Rückseite der Keramikplatte angeordnet sind. Das Widerstandselement besteht aus Cermetschicht. Den Trimmer gibt es für eine Nennbelastung von 0,15 W bei 70°C und in Widerstandswerten von 100Ω...1MΩ/linear. Für spezielle Anwendungsfälle, aber auch für den Einsatz im Consumer Bereich, stellte *Preh* Trimmwiderstände und Potentiometer der APD-Serie (Advanced Potentiometer Design) vor. Diese Serie ist so konzipiert, daß durch Kombination von standardisierten Einzelteilen mit Widerstandselementen in verschiedenen Technologien Trimmwiderstände und Potentiometer in einer Vielzahl von Ausführungen realisiert werden können. Einsatzgebiete finden sich in der gesamten Elektronik vornehmlich dort, wo Bauelemente mit hoher Langzeitstabilität in einem weiten Temperaturbereich erforderlich sind.

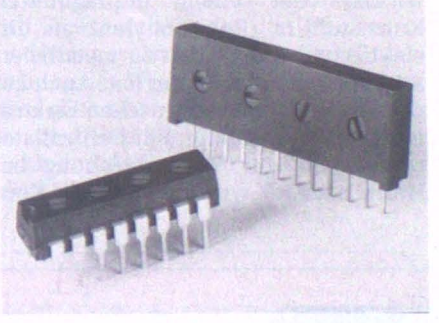


Bild 1. Auf der Basis der neuen Dickschichttechnik Polypyron stellt Preh ein komplettes Programm von Trimmwiderständen in DIL- und SIL-Package vor

Ein drahtgewickeltes Präzisions-Einwendel-Potentiometer kommt von *Amphenol-Tuchel*. Aufbauend auf einem Grundmodell können folgende Ausführungen gefertigt werden: Mehrfachausführung (bis zu 4 Sektionen auf gemeinsamer Achse), rückwärtige Achsverlängerung, verschiedene Achsformen und -längen, erhöhtes Drehmoment, Mittelanzapfung, Sonderwiderstandswerte, Sonderdrehwinkel. In Vorbereitung befindet sich eine Ausführung mit seitlichen PC-Lötstiften für die direkte Leiterplattenmontage (kostenintensive Verdrahtung entfällt).

Für den Einsatz in der Meß- und Regeltechnik und anderen Gebieten der professionellen Elektronik eignet sich das „Conductiv-Plastik-Präzisions-Potentiometer" von *Matsushita*. Diese Potentiometer sind sehr langlebig und haben eine hervorragende Linearität (0,1...1 %).

Widerstände von $^1/_8$ W bis 100 W Belastbarkeit mit sehr kompakten Bauformen werden von *Tepro* hergestellt und von *Alfred Neye-Enatechnik* vertrieben. Lieferbar sind Ohmwerte von 0,001Ω bis 250kΩ mit Toleranzen von 0,05 bis 5 %. Ein Temperaturkoeffizient von $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ ist Standard.

Für Anwender, die militärische Spezifikationen verlangen, bietet *Beckman* Trimmer an, die ohne Eingangsprüfung bedenkenlos eingesetzt werden können. Der Aufpreis für die MIL-Ausführung, verglichen mit den Standardmodellen, ist minimal.

### Kapazitives

Wie es auf dem Kondensatormarkt weitergehen wird, läßt sich zur Zeit noch nicht absehen. Hier werden die

nächsten Jahre Klarheit bringen, gab ein Mitarbeiter der *Fa. Roederstein* bekannt. Zur Zeit ist es jedenfalls so, daß auch hier durch die peripheren Beschaltungen verlorengegangenes Terrain wiedergewonnen wurde.

*Siemens* erwartet auf dem Gesamtmarkt für Kondensatoren eine Umsatzsteigerung von ca. 8 %. Steigerungen wird es vor allem auf dem Markt der „Computerelkos" und der keramischen Kondensatoren geben. Der deutsche Markt verhält sich noch abwartend gegenüber der Ausführungsform der Kondensatoren axial (USA) oder radial (Japan). Hier werden in Zukunft noch Investitionen notwendig sein, um auch bei den Kondensatoren ein vollautomatisches Bestücken zu gewährleisten.

*Wilhelm Westermann (Wima)* bietet Kunststoffkondensatoren mit einer Gehäusebreite von 2,5 mm an. In der praktischen Anwendung ist der Vorteil der hohen Packungsdichte besonders augenfällig: Man kann die Kondensatoren (220 pF...0,1 µF) unmittelbar neben den ICs anordnen (*Bild 2*). Eine Anordnung von Kondensatoren gemäß diesem Beispiel ist in vielen technischen Anwendungsfällen vorteilhaft und notwendig.

*Valvo* hat die bewährte Bauform der Miniatur-Scheibenkondensatoren durch Sperrschichtkondensatoren mit höheren Kapazitätswerten erweitert. Diese neuen Scheibenkondensatoren sind in zwei Reihen für die Nennspannungen 31 V und 63 V ausgelegt. Die Kapazitätswerte erstrecken sich von 10 nF bis 100 nF, die Toleranz beträgt +50/–20 %. Damit werden häufig gebrauchte Abblockkondensatoren preisgünstig realisiert. Das Rastermaß der max. 3 mm dicken Scheiben beträgt 5 mm.

Der Trend bei den Aluminium-Elektrolytkondensatoren geht dahin, daß bei gleichzeitiger Verbesserung der elektrischen Werte die Gehäuseabmessungen verringert werden. Dies gilt sowohl für Hochvolt- als auch für die Niedervolt-Kondensatoren (*AEG-Telefunken*). Ebenso schreitet die Miniaturisierung der Tantal-Elektrolytkondensatoren weiter voran.

Die *ITT* Bauelemente Gruppe Europa bietet eine ganze Reihe von Sonderkondensatoren an, wie zum Beispiel Kondensatoren für Blitzkopiergeräte (50 µF, kurzzeitig 4200 V Gleichspannung) und Kondensatoren für Hochstromanwendungen (wie sie in Gabelstaplern, Elektrokleinfahrzeugen usw. benötigt werden). Diese Hochstromkondensatoren sind selbstheilende MP-Kondensatoren, die durch Schraubanschlüsse eine sichere Kontaktgabe gewährleisten. Für Leuchtstofflampen wurde ein spezieller Leuchtstofflampenkondensator entwickelt, der einen imprägnierten Kunststoffilm (Polypropylen) als Dielektrikum und beidseitig metallisiertes Papier als Elektroden hat. Auch auf dem Gebiet der medizinischen Elektronik ist die Firma tätig: Für Defibrillatoren (Geräte zur Wiederbelebung bei Herzstillstand) wurden spezielle Kondensatoren entwickelt, die bei zusätzlicher Leistungssteigerung und gleich großer elektrischer Zuverlässigkeit erheblich verkleinert werden konnten. Diese Kondensatoren tragen die Bezeichnung MPF H (*Bild 3*).

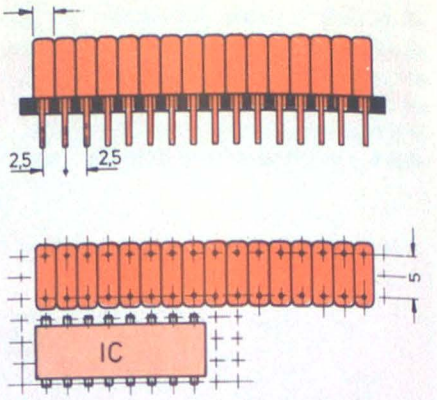



Bild 2. Wima hat für die Verkleinerung und Miniaturisierung von Kunststoffolien-Kondensatoren seit Jahren Pionierarbeit geleistet

Eine Neuentwicklung von *Stettner & Co*, der Chip-Trimmerkondensator, erfüllt die aktuellen Forderungen nach einem preiswerten, horizontal abgleichbaren Trimmerkondensator mit reduzierter Grundfläche und geringer Induktivität. Mit seiner neuen Bauform benötigt er nur etwa ein Viertel der Montagefläche von normalen Trimmern. Durch breite Anschlußflächen ergibt sich eine geringe Induktivität, so daß dieser Kondensator auch bei höheren Frequenzen eingesetzt werden kann. Seine Kapazitätsbereiche entsprechen denen der normalen Trimmer.

–yr

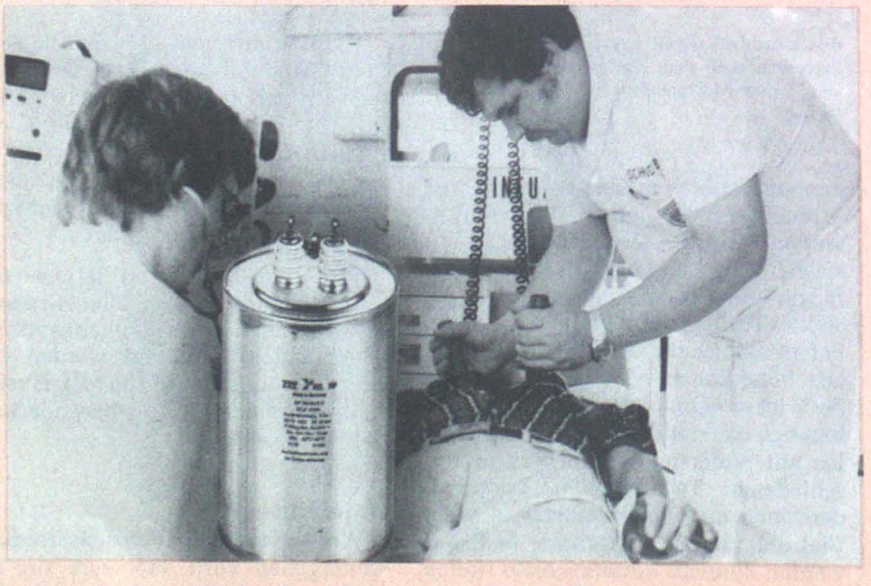


Bild 3. Bei Hochspannungs-Kondensatoren für Defibrillatoren verlangt man besonders große Zuverlässigkeit. Mit Hilfe einer neuen Technologie konnten die Abmessungen bei zusätzlicher Leistungssteigerung erheblich verkleinert werden.

Rainer Bücken

# Ton- und Videostudio für „kleinen Medienverbund"

Seit 1965 wird über das Fernstudium diskutiert; die Ineffizienz der Hochschulausbildung sollte damit behoben und gleichzeitig mehr Chancengleichheit verwirklicht werden. Von den hehren Ansprüchen ist aber nur wenig geblieben – zu einem „Staatsvertrag über das Fernstudium im Medienverbund" zwischen den Bundesländern, der Bundesregierung und den Sendeanstalten ist es ebensowenig gekommen wie zu einer Fernsehuniversität. Immerhin, zwei konkrete Ergebnisse sind nach jahrelangen Verhandlungen zu registrieren: ein „Verwaltungsabkommen über die Organisation und Durchführung eines Versuchs für das Fernstudium im Medienverbund" zwischen den Regierungen der elf Bundesländer und dem „Deutschen Institut für Fernstudien" vom 24.2.1974 sowie ein „Gesetz über die Errichtung einer Fernuniversität in Nordrhein-Westfalen" vom 13. November 1974.

Die Fernuniversität Hagen wurde bereits am 1. Dezember 1974 gegründet und am 4. Oktober 1975 mit 1331 Studenten eröffnet. Zur Zeit sind über 11 600 Vollzeit-, Teilzeit- oder Kursstudenten an der „Uni in der Ferne" eingeschrieben, 18 % davon sind Frauen.

Neben Mathematik (mit Elektrotechnik und Informatik als Nebenfächer) können Wirtschaftswissenschaften und Erziehungswissenschaften studiert werden. Studiengänge für Rechtswissenschaft, Geschichte, Kunstgeschichte, Literatur und Sozialwissenschaften sowie Grundlagenangebote in Biologie, Physik und Chemie sind in Vorbereitung.

Hauptlehrmittel sind Studienbriefe und Tonkassetten, die den Studenten ins Haus geschickt werden. Zur Einbeziehung des Westdeutschen Rundfunks ist es aus verschiedenen Gründen nicht im ursprünglich erhofften Maße gekommen; dafür kann jedoch künftig erstmals eine kleinere Variante eines Fernstudiums im Medienverbund praktiziert werden: In den 28 in NRW existierenden Studienzentren stehen nicht nur Mentoren zur Studienberatung bereit, sondern demnächst können auch U-matic-Kassetten mit Videoplayern JVC CP 5000 E über einen 42-cm-Empfänger-Monitor wiedergegeben werden.

Die Zahl der Studienzentren muß offensichtlich noch ausgebaut werden, und zwar nicht nur in NRW, aus dessen Einzugsbereich nur 47,6 % der Studenten kommen. So gibt es inzwischen schon Studienzentren bzw. Beratungsstellen in Frankfurt, Kassel, Hildesheim, Lüneburg, Oldenburg, Bremen und Berlin. Dort jedoch überall entsprechende AV-Arbeitsplätze einzurichten, ist Sache der jeweiligen Länder. Leider gibt es auch dafür noch keinen Staatsvertrag; einigen Ländern scheint eine „fremde Universität" in ihren Landesgrenzen offensichtlich einiges Kopfzerbrechen zu bereiten.

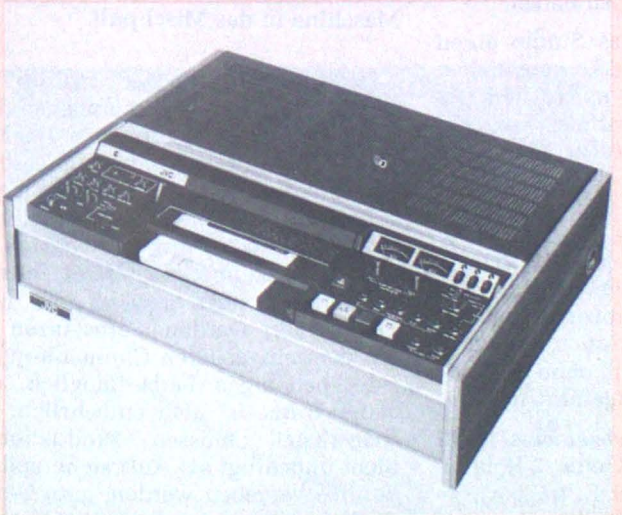


Bild 1. Zwei dieser U-matic-Schnittrecorder der zweiten Generation sind mit dem Schnittsteuergerät RM 83 E verbunden, so daß halbbildexakte Insert- oder Assemble-Schnitte ausgeführt werden können. Bevor „heiß" geschnitten wird, kann der Vorgang simuliert und beliebig verändert werden. Über eine Fernbedienung können beide Maschinen vom Regiepult aus gestartet werden

## Aufgaben des Ton- und Videostudios

Fünf Aufgabenbereiche sollen mit dem neuen, Anfang März 1978 durch den Gründungsrektor der Fernuniversität, Professor Otto Peters, eröffneten Studio realisiert werden:

1. Eigene Produktionen der „Mutterbänder" im Tonbereich; die Vervielfältigung in Form von Tonkassetten wird nach außen vergeben.

2. Video-Vorproduktionen, gewissermaßen visualisierte Drehbücher, nach denen „große Film- und Fernsehproduktionen" von professionellen Produzenten hergestellt werden sollen. Die Entwicklung eines „fernuniversitätstypischen Darstellungsstils" soll damit gefördert werden.

3. Bereits vorhandene audiovisuelle Studienmaterialien andere Institutionen (Rundfunkanstalten, anderer Hochschulen, IWF und FWU, aber auch privatwirtschaftliche Hersteller) sollen entsprechend den Bedürfnissen der Fernuniversität bearbeitet, insbesondere mit aktuellen Ergänzungen versehen werden. Dabei sind allerdings nicht geringe rechtliche und finanzielle Probleme zu lösen.

4. Damit sich Studienbriefe und AV-Materialien gegenseitig ergänzen können, sollen vor allem die Autoren der schriftlichen Materialien die TV-Produktionsbedingungen im Hagener Studio kennenlernen. Auch Professoren sollten schließlich wissen, wie sie via Kassette bei den Fernstudenten „ankommen".

5. Schließlich hat das Studio die Aufgabe, mediendidaktische Forschungsvorhaben zu ermöglichen.

Diese Aufgabenstellung führte nach einer relativ langen Planungsphase zur Entscheidung für das U-matic-System (*Bild 1*). Seit 1972 ist dieses Aufzeichnungssystem im Handel und weltweit mit einigen hunderttausend Geräten verbreitet.

Sowohl der WDR als auch bereits verschiedene kommerzielle Anwender (so die Deutsche BP in Hamburg) halfen direkt oder indirekt beim Setzen dieses medienpolitischen und -technologischen Meilensteins. Verständlich, daß sich verschiedentlich heftiger Widerspruch gegen diese „projapanische" Entscheidung regte. Schließlich erhielten die Firmen Kosfeld und Bell & Howell den Auftrag. Die Kosten für die technische Ausstattung des Studios beziffern sich auf rund 400 000 DM, mit den baulichen Maßnahmen und den Abspieleinrichtungen in den Studienzentren dürfte das Gesamtprojekt weit über 600 000 DM gekostet haben.

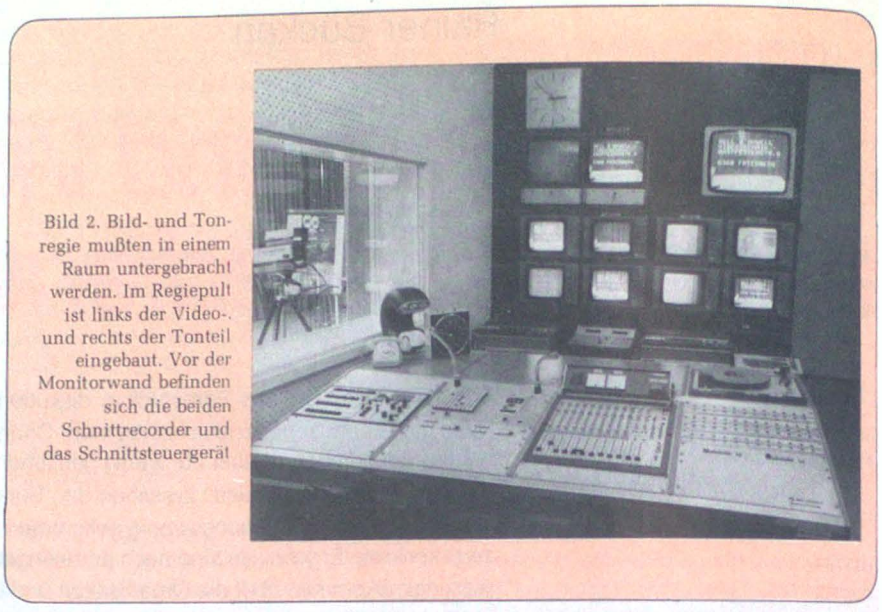


Bild 2. Bild- und Tonregie mußten in einem Raum untergebracht werden. Im Regiepult ist links der Video-, und rechts der Tonteil eingebaut. Vor der Monitorwand befinden sich die beiden Schnittrecorder und das Schnittsteuergerät

## Die technische Ausstattung

Zunächst fällt auf, daß Bild- und Tonregie aus baulichen Gründen in einem Raum untergebracht sind (*Bild 2*). Auch wenn jeder Mitarbeiter genügend Platz hat, so bleibt dennoch ein beengendes Gefühl. Aber an einem Neubau wird schon gearbeitet, und in einigen Jahren dürfte sich eine Zentralisierung der bisherigen acht Gebäudekomplexe der gesamten Fernuniversität als richtig und notwendig erwiesen haben.

Insgesamt macht das Studio einen recht ordentlichen und kommerziellen Eindruck und dürfte – so ein Vertreter des WDR bei der Abnahme – voll das Anforderungsprofil erfüllen. Bei allem Lob bleibt aber festzuhalten, daß einige wichtige Elemente – z. B. ein Multiplexer für Film- und Dia-Abtastung und evtl. ein Video-Projektionssystem – noch fehlen und bei der nächsten Ausbaustufe berücksichtigt werden sollten. Vielleicht kann dann auch eher eine Produktion alleine, d.h. ohne die Hilfe „echter Profis", durchgeführt werden.

Zwei 3-Röhren-Farbkameras (JVC Typ NU-1800 E) und eine 2-Röhren-Kamera (JVC GC-4800 E, tragbar), jeweils bestückt mit $^2/_3$"-Vidicons, sowie eine Schwarzweißkamera (JVC GS-1500) für Schablonen und Insert sorgen für das richtige Bild, das von zwei U-matic-Video-Schnittrecordern aufgezeichnet wird (*Bild 3*).

Ein Charaktergenerator (acht Zeilen zu 32 Zeichen mit Speicher für vier Seiten) ermöglicht die notwendige Schrifteinblendung. Über einen digitalen Time-Base-Corrector (Quantel 2001) in Verbindung mit einem Synchronpulsgenerator werden alle normgerechten Impulse zur Synchronisation des Studios geliefert. Der Taktgeber kann auch extern synchronisiert werden, so daß auch Sendungen des öffentlichen Fernsehens für wissenschaftliche Zwecke direkt in die Produktion übernommen werden könnten. Außerdem erlaubt der TBC die Einspeisung eines Videosignals von der U-matic-Maschine in das Mischpult.

Der Bild-/Trickmischer von Cox (Typ 841 PAL) bildet gewissermaßen den Mittelpunkt des Videostudios. Der Mischer selbst hat eine V-Lücken-gesteuerte Kreuzschiene mit acht Eingängen auf vier Ausgänge. Drei davon führen zum Trickmischer und der vierte zu einem Vorschaumonitor. Zehn interne Trickarten können gewählt und zum Teil variiert werden. Farbstanzen ist mit dem eingebauten Chroma-Key bei jeder beliebigen Farbe möglich, die blaue Wand ist also entbehrlich. So ausgerüstet, müssen Produktionen nicht unbedingt als Auftrag an andere Studios vergeben werden; gute U-matic-Aufzeichnungen lassen sich ohne weiteres vervielfältigen, und es bedarf daher nicht immer des 35-mm-Films

**Ing. (grad.) Rainer Bükken** studierte Nachrichtentechnik und Publizistikwissenschaft. Er lebt als freier Journalist in Berlin und ist u. a. seit 1975 freier Mitarbeiter der FUNKSCHAU.

oder einer MAZ-Produktion. Zur Zeit sind fünf Mitarbeiter im Ton- und Videostudio beschäftigt, sie alle betreten mediendidaktisches und -technologisches Neuland.

Für den Tonstudiobereich hat man die Anforderungen gleich entsprechend hoch geschraubt, er ist mit einem Studer-Mischpult M 169 (10 Eingänge, zwei Summenausgänge) und zwei Studer-Tonbandmaschinen B 67 (19/38 cm/s) ausgestattet. Damit lassen sich für die Teilnehmer aktuelle auditive Informationen bzw. Ergänzungen zu den Studienbriefen relativ schnell produzieren. Mit der Tonkassette ließ sich auch das Problem der Distribution leicht lösen, da fast 90 % der Adressaten ein Abspielgerät besitzen. Gleichzeitig ist der Studienerfolg etwas sicherer geworden; ähnlich gute Ergebnisse mit Videokassetten stehen allerdings noch aus. Auch wird es zu einer Effizienzprüfung kommen. Das alles wird aber schließlich zu methodisch ausgefeilten Materialien führen, die für einen wirksamen Medienverbund nötig sind. Und schließlich kann mit dem AV-Material in den Studienzentren auch erreicht werden, daß die Studenten dort hingehen und so aktiv mit anderen Teilnehmern und mit Video die „soziale Phase" ernsthaft praktizieren und kein verbissenes „Einzelkämpferdasein" führen.

### Andere Distributionsmöglichkeiten

Noch vor der Gründung der Fernuniversität wurde viel über die Bildplatte als einem Medium gesprochen, mit dem die audiovisuelle Unterstützung ins Haus kommen sollte. Technik und Kosten ließen auf allen Seiten diesen Gedanken jedoch als nicht praktikabel erscheinen. Auch VCR-Geräte – in welcher Version auch immer – sind noch zu teuer, so daß man sie den Fernstudenten kaum empfehlen kann. Nein, der Weg zum Studienzentrum soll ihnen nicht erspart bleiben. Eine Medienverbundlösung nach dem Vorbild der „Open University" in England wird es hierzulande wohl nicht geben. In einigen Jahren wird man aber weiter sein, und vielleicht kann man dann schon von der Audiovision als einem Massenmedium sprechen, das auch für die gezielte Weiterbildung nutzbar ist.

Zu hoffen ist indes nur, daß die Fernstudenten schon jetzt die neuen audiovisuellen Möglichkeiten akzeptieren und von dem bald vorliegendem Studienangebot Gebrauch machen.

## Keine Angst vor „geladenen" Autos

Gelegentlich sieht man Pkw's, die einen „Schwanz" aus Metallgeflecht und Hartgummi hinter sich herziehen, durch den die statische Aufladung des Kraftfahrzeugs abgeleitet werden soll. Vorbild sind die großen Tankwagen, die stets eine Metallkette mit Bodenberührung nachschleppen. Doch nutzt dieses „Entladungsband" wirklich?

Im Hochspannungslabor von Siemens in Berlin wurden theoretische Überlegungen angestellt, inwieweit Pkw's durch die Fahrt aufgeladen werden. Grund für die elektrische Aufladung ist vor allem die Reibung zwischen den Rädern und der Straßenoberfläche. Das gummibereifte Fahrzeug rollt elektrisch isoliert auf der Fahrbahn; es stellt – physikalisch gesehen – einen Kondensator mit einer Kapazität von ca. 100 pF dar. Bei trockener Witterung und dadurch ausreichend hohem Isolationswiderstand der Reifen kann sich dieser „Auto-Kondensator" auf etwa 10 000 V aufladen. Die dabei gespeicherte Energie errechnet sich zu 0,005 Ws. Diese Energiemenge ist aber so klein, daß sie bei Entladung über den menschlichen Körper absolut ungefährlich ist. Berührt man also mit der Hand ein derartig aufgeladenes Auto, dann fließt die Energie in rund einer Mikrosekunde praktisch vollständig ab. Diese Entladung könnte man in abgedunkelten Räumen als sehr dünnen bläulichen Funken wahrnehmen. Der ganze Effekt ähnelt damit der statischen Aufladung, die man beim Gehen auf Kunststofftepichen erfährt: Sie ist lästig, aber ungefährlich.

Die elektrische Spannung zwischen Karosserie und Straßenoberfläche kann auch bei schnellerer Fahrt praktisch den Bereich von einigen 10 000 V nicht überschreiten. Höhere Spannungen werden nämlich von spitzen oder scharfkantigen Teilen der Karosserie durch örtliche Entladung verhindert.

Ob leitfähige Bänder die Aufladung der Autos verhindern können, bleibt fraglich. Das Kraftfahrzeug kann sich nur bei trockener Straßenoberfläche und trockenen Reifen elektrisch aufladen – bei Regen ist stets eine gute elektrische Ableitung vorhanden. Eine trockene Straßenoberfläche aber wirkt wie ein hochohmiger Widerstand, so daß es schwierig ist, die Ladung vom Auto zur Erde zurückzubringen.

Für den Besitzer eines Pkw's bleibt also nur die Erkenntnis: Da man sich gegen die Funkenentladungen infolge statischer Aufladung nicht schützen kann, sollte man ihnen mit Gelassenheit entgegentreten. Ist man auf das „Kribbeln" vorbereitet, wird man es leichter ertragen. Personen sind durch die Aufladung des Autos nicht gefährdet – gleichgültig, ob man sich einen „Blitzableiter" an den Wagen hängt oder nicht.

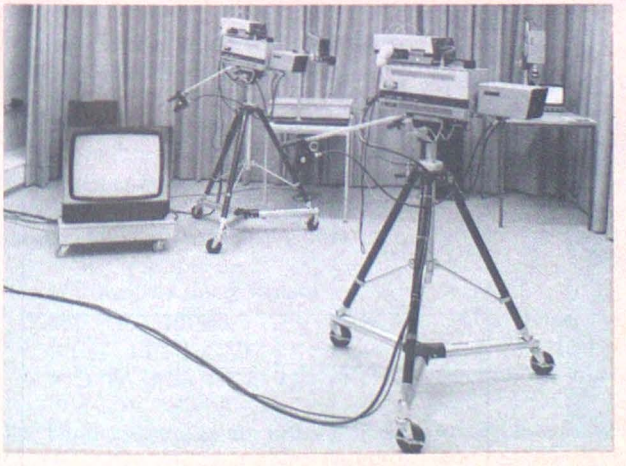


Bild 3. Blick in den Aufnahmeraum des Ton- und Videostudios der Fernuniversität Hagen. Insgesamt stehen drei Farb- und eine Schwarzweiß-Kamera zur Verfügung. Ein Multiplexer für Film- und Dia-Abtastung soll in der nächsten Ausbauphase angeschafft werden

# Komplettes Glasfaser-Datenübertragungssystem

Trotz ihrer Vorzüge und ihrer bereits seit Jahren erwiesenen Brauchbarkeit für die Übertragung breitbandiger Signale konnten sich Glasfaserkabel bisher noch nicht in größerem Umfang durchsetzen. Einen der Hauptgründe dafür – nämlich eine gewisse Scheu der „klassischen" Elektroniker vor den damit verbundenen nicht nur optoelektronischen, sondern auch rein optischen und optischmechanischen Problemen - hofft Hewlett Packard jetzt mit einem neuen Glasfaser-Übertragungssystem auszuräumen, welches einen digital modulierbaren Lichtsender, einen dazu passenden Lichtempfänger sowie mit trennbaren Kupplungen fertig konfektionierte Glasfaserkabel verschiedener Längen umfaßt.

Glasfaserkabel können hohe Datenraten über große Entfernungen übertragen, liefern selbst keinen Störpegel und sind andererseits unempfindlich gegen elektromagnetische Störfelder. Sie gestatten völlige galvanische Trennung zwischen Sender und Empfänger, zeigen geringes Gewicht und lassen sich mit engsten Krümmungsradien von nur wenigen Millimetern verlegen. Diese Eigenschaften machen sie für die Einweg-Signalübertragung in Rechnerverbundsystemen, zwischen Rechnern und ihrer Peripherie, in Prozeßsteuerungen, an Bord von Schiffen oder Flugzeugen sowie an allen anderen Stellen ausgezeichnet geeignet, wo Störfelder oder Erdschleifen den Datenfluß beeinträchtigen können.

Für solche Anwendungen stellte Hewlett-Packard jetzt das Glasfaser-Datenübertragungssystem HFBR-0010 (*Bild 1*) vor, welches den Anwender aller bisher mit der Glasfasertechnik verbundenen Schwierigkeiten enthebt. Die zu diesem System gehörenden Glasfaserkabel bestehen aus einem nur 100 µm dicken, mechanisch verstärkten Kern aus optischem Glas mit Polyurethanarmierung und entsprechen hinsichtlich Zug- und Schlagbeanspruchung, Biegsamkeit und Quetschverhalten den in der Industrie gestellten Forderungen. Unter der Bezeichnung HFBR-3001 ... 3005 sind sie in Standardlängen von 10 m, 25 m, 50 m, 75 m und 100 m erhältlich, und zwar fertig konfektioniert mit einer an Sender und Empfänger passenden, trennbaren Kupplung, die keiner Justierung bedarf.

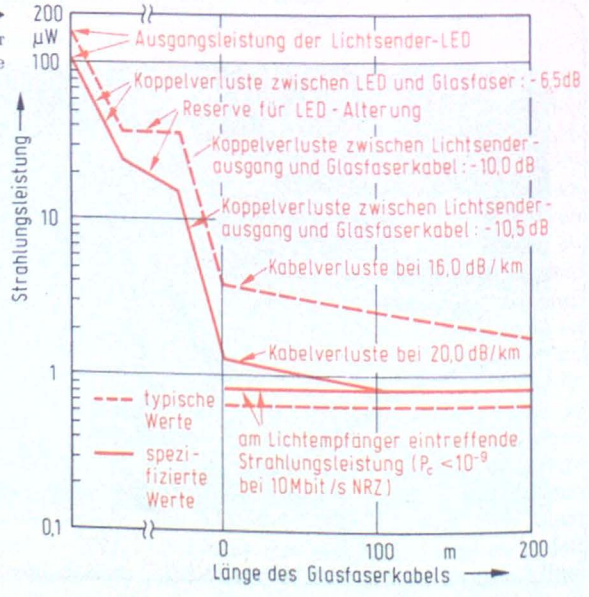
Lichtsender HFBR-1001 und Lichtempfänger HFBR-2001 sind für den Betrieb an diesen Glasfaserkabeln bis maximal 100 m Länge ausgelegt. Ihre Daten-Ein- und -Ausgänge sind TTL-kompatibel, wobei hinsichtlich des Datenformats keine Einschränkung besteht. Bei Datenübertragungsgeschwindigkeiten zwischen 0 und 10 Mbit/s (NRZ) ergibt sich für eine 100-m-Verbindung ein Bitfehler von höchstens $10^{-9}$. *Bild 2* veranschaulicht die Strahlungsflußbilanz einer solchen 100-m-Glasfaserkabelstrecke.

Mit 43,5 mm x 16,5 mm x 7,9 mm (L x B x H, ohne Anschlüsse) haben Sender und Empfänger so kleine Abmessungen, daß sie ohne Schwierigkeiten auf einer Leiterplatte Platz finden. Sie erfordern eine Betriebsspannung von 5 V bei Strömen von 125 mA beziehungsweise 100 mA. Ihre Spezifikationen gelten für den Betriebstemperaturbereich von 0 ... +70 °C.

Seine guten Eigenschaften verdankt das System HFBR-0010 einer Reihe von Besonderheiten. So ist beispielsweise der Lichtfluß im Sender speziell codiert; auch bei hohem Störpegel kann deshalb der Empfänger den Code erkennen, und die Bitfehlerrate bleibt niedrig. Eine automatische Pegelkontrolle mit 23 dB Regelbereich, welche in den Empfänger eingebaut ist, erspart dem Anwender die ständige Nachregelung des Sendersignals, und eine als „Link Monitor" bezeichnete Überwachungseinrichtung im Empfänger meldet TTL-kompatibel etwaige Unterbrechungen des Datenflusses. Die speziell entwickelten, justierfreien Steckverbinder erleichtern das Zusammenschalten von Sender, Glasfaserkabel und Empfänger; Kalibrierung und Anpassung sind nicht erforderlich. Si

(Nach Unterlagen der Firma Hewlett Packard)

Bild 2. ▶ Strahlungsflußbilanz einer 100-m-Glasfaserkabelstrecke



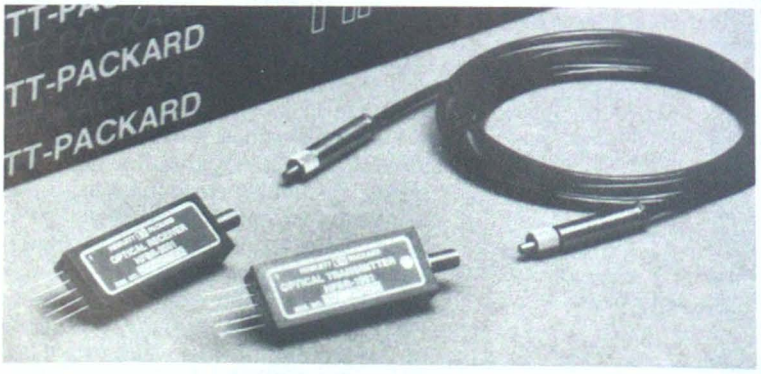




Bild 1. Das komplette Glasfaser-Datenübertragungssystem HFBR-0010 besteht aus Lichtsender- und -Empfänger-Einheit mit leicht trennbaren Kupplungen und Glasfaserkabeln in verschiedenen Längen

Prof. W. Kahan, Prof. B. N. Parlett

# Können Sie sich auf Ihren Rechner verlassen?

## 2. Teil

Taschenrechner bieten mit acht oder zehn angezeigten Stellen eine so hohe scheinbare Rechengenauigkeit, daß man leicht geneigt ist, ihnen blind zu vertrauen. Der zweite Teil dieses Beitrages zeigt, welche enormen Fehler bei bestimmten Rechnungen auftreten können.

Eine sinnvolle Reaktion auf unser Beispiel im letzten Heft ist, andersartige Formeln für g(y) zu entwerfen, die selbst eine schludrige Arithmetik überstehen. Hier einer der verborgenen Kostenfaktoren, zu denen das führt: unnötige Strapazierung von Scharfsinn. Unser Beispiel soll für den Leser keine Herausforderung sein, irgendwie die richtige Antwort herauszubekommen. Manch ein erfahrener Programmierer kann die Rundungsfehler mittels anderer Formeln für g(y) umgehen; aber sie alle brauchen mehr Zeit für die Auswertung und sind mehr Fingerfehlern beim Eintasten ausgesetzt. Die einfachste Alternative ist

$$g(y) = 1 + y + y^2 + \ldots + y^{125} + y^{126};$$

aber das kostet über 250 Tastenanschläge. Eine weniger offensichtliche Formel ist

$$g(y) = (1+y) \cdot (1+y^2) \cdot (1+y^4) \cdot \ldots \cdot (1+y^{32}) \cdot (1+y^{64}) - y^{127};$$

aber sie ist immer noch viel aufwendiger als die natürliche Formel

$$g(y) = (y^{127}-1)/(y-1),$$

wenn man zur Auswertung von $y^{127}$ irgendeinen der folgenden Wege einschlägt:

$y^{127} = y^{127}$ mittels der $y^x$-Taste
$y^{127} = \exp(127 \cdot \ln(y))$
$y^{127} = ((((((y^2)^2)^2)^2)^2)^2)^2/y$
$y^{127} = y \cdot (y \cdot (y \cdot (y \cdot (y \cdot (y \cdot (y^2))^2)^2)^2)^2)^2.$

Das Überraschende an diesem Beispiel ist, ganz entgegen dem Augenschein, daß zehn „saubere" Ziffern wesentlich Besseres leisten als 13 „schludrige"; und darauf können Sie die Probe machen. Man kann *beweisen*, daß mit reinlicher Arithmetik und einem einigermaßen zuverlässigen Logarithmus jede der vier obigen Auswertungen von $y^{127}$ in der natürlichen Formel für g(y) Werte für $f(x) = g(h(x))$ ergeben muß, die auf wenigstens die Hälfte der mitgeführten Stellen richtig sind [1]).

Dies ist sowohl für winzige Argumente wie $x = 10^{-8}$ als auch für nicht ganz so winzige Argumente wie $x\ 10^{-2}$ der Fall, obwohl die Begründung in beiden Fällen verschieden ist. Methoden, mit denen man volle Genauigkeit bei der Auswertung von g erzielt, siehe in Anhang 2.

Nun wollen wir uns einmal ansehen, wie schludrige Arithmetik zustandekommt.

Der Hauptschuldige für die Erzeugung so mancher fehlerhaften Antworten sind Algorithmen für Addition und Subtraktion ohne eine Schutzziffer, welche verhütet, daß 1−y um einen Faktor von der Größe 10 falsch berechnet wird. Ist nämlich y = 0,999...9999, dann müssen solche Rechner liefern:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | = 1,000...000 | ... mit voller Genauigkeit des Rechners. |
| −y | = −0,999...999ϕ | ... die letzte Ziffer fällt weg mangels Schutzziffer. |
| 1−y „=" | 0,000...0010 | ... was 10mal zu groß ist. |

Um diese Fehlerart zu vermeiden, kann man die Funktion 1−y bei solchen Rechnern durch den Ausdruck (0,5−y)+0,5 oder durch 0,5+(0,5−y) ersetzen, mit der Ausnahme, daß nur der letztere Ausdruck von TI's-SR-52 richtig verarbeitet wird (versuchen Sie es für $y = 3 \cdot (1/3)$).

Ein paar erschütternde Resultate lehren den schlauen Ingenieur gar bald, defensiv gegen die besondere Empfindlichkeit seines Rechners zu programmieren. Er mag sich in einem Feuerwerk von Programmen engagieren oder beachtliche mathematische Kenntnisse praktizieren – die Energie, die er dafür verausgabt und die Genugtuung, die er durch seine Heldentaten gewinnt, stellen verborgene Kosten für die Firma dar, die ihn in erster Linie für andere Aufgaben braucht.

[1]) Der mit 12 Stellen arbeitende TI-SR-51-II führt dies nur dann richtig aus, wenn man $y^{127}$ nach einer der beiden letzteren Rechenmethoden berechnet, ohne die Tastenfunktionen $y_x$, exp oder ln zu benutzen.

### Die Moral von der Geschicht'

Unsere Beispiele betonen den Unterschied zwischen Rechnern, die ihre Rechenaufgaben so reinlich zu lösen versuchen, wie es mathematisch möglich ist (obwohl diese Reinlichkeit nur durch Mehrkosten zu erreichen ist), und solchen Rechnern, die das nicht tun. Wir haben vorgebracht, daß reinliche Arithmetik im Gebrauch billiger ist, daß sie toleranter ist, daß sie geradlinig mit besseren Erfolgsaussichten verwendet werden kann und daß im Fehlerfall die Ursache einer Erforschung und Behebung besser zugänglich ist; weniger das Kunstprodukt eines uner-

forschlichen Apparats. Wir behaupten, daß der Nutzen bei weitem die Kosten aufwiegt. Gern würden wir unsere Behauptung wie einen mathematischen Satz beweisen; aber das können wir nicht.

Leider gibt es keine Berechnung, die nur mittels reinlicher, nicht mittels schludriger Arithmetik durchgeführt werden kann; das ist ein Lehrsatz. Der Sonderpreis, den wir für eine stets zuverlässige Berechnung mittels schludriger Arithmetik zahlen müssen, besteht darin, daß wir zuvor mehr entdekken, als wir über unser Problem wissen wollten, und zwar mittels genauer mathematischer Untersuchung; diese Behauptung kann ebenfalls als Lehrsatz formuliert werden. Die Kosten dieser Untersuchung hängen davon ab, wer sie unternimmt und wie oft, auf Wegen, die am besten nicht erwähnt werden. So kommt es aber, daß schludrige Arithmetik im Gebrauch mehr kostet als reinliche.

Wichtig für eine unparteiische Erörterung so komplizierter Apparate, wie es Rechner nun einmal sind, ist die Unterscheidung zwischen (a) Schnitzern bei der Implementierung einer gegebenen festgelegten Aufgabenstellung und (b) einer falsch überlegten Aufgabenstellung. Es könnte noch manches zu diesen beiden Punkten gesagt werden, aber nicht hier. Ein paar etwas orakelhafte Bemerkungen zu (a) werden im nächsten Absatz gemacht.

Die undankbare Aufgabe der Qualitätssicherungs-Abteilung wird sich wahrscheinlich in naher Zukunft nicht besser lösen lassen, solange die Direktion ihr so wenig Bedeutung bemißt, daß sie das Talent, die Werkzeuge und die Zeit für gute Arbeit, die getan werden müßte, verweigert. Einer Besserung steht entgegen, daß Qualitätssicherung für Rechner wie eine Arbeit an der Hardware aussieht, während sie in Wirklichkeit schwierige mathematische Software hervorbringt. Schnitzer des Typs (a), anders als solche vom Typ (b), werden manchmal vom Hersteller anerkannt, indem er den Rechner zwecks Fehlerbehebung zurückruft.

Ein neuerer Fall wird in *Tabelle 5* bekanntgemacht. So peinlich eine solche Aktion für Kunden und Hersteller sein mag, sie untergräbt nicht, sondern stärkt vielmehr das Vertrauen heutiger und künftiger Kunden in die Zuverlässigkeit des Produkts und des Herstellers, weil anerkannte Fehler die einzigen sind, aus denen wir lernen können, es besser zu machen. (Wie der HP-97-Benutzer Heinrich Schnepf entdeckte, speichert außerdem das Last-X-Register nicht, wie vorgesehen, die Argumente 0 und –1 bei den trigonometrischen Umkehrfunktionen! (Nach Auskunft der deutschen HP-Vertriebszentrale werden diese Ungenauigkeiten als unbedeutend angesehen und durch einen Nachtrag im Handbuch korrigiert, eine Änderung der Hardware ist nicht vorgesehen. – Anmerkung des Übersetzers.)

Dieser Aufsatz befürwortet, was wir reinliche Arithmetik nennen; genügend Schutzziffern, um richtig gerundete algebraische Operationen zu garantieren, sorgfältig ausgewertete elementare Funktionen und Aufrechterhaltung solcher mathematischen Beziehungen, deren Verletzung einen verständigen Benutzer beunruhigen würde (z. B. $a+b=b+a$). Wir streben nicht nach unerreichbarer Perfektion; das Literaturverzeichnis enthält manche Werke, die zeigen, was getan werden kann. Und wenn wir die zusätzlichen Kosten für eine reinliche Arithmetik geringfügig nennen, so meinen wir die Mühe der Durchführung und die zusätzlichen Produktionskosten. Dagegen werden die Kosten für den Entwurf einer reinlicheren Rechnerarithmetik, insbesondere die Verzögerung durch eine verlängerte Entwicklungszeit, nicht vernachlässigbar, ehe nicht die Entwickler mit der geeigneten mathematischen Technologie vertraut sind.

**Tabelle 5: Fehler bei den trigonometrischen Umkehrfunktionen**

| x | $\sin^{-1}x$ (Radiant), auf 10 geltende Ziffern korrekt | $\sin^{-1}x$ (Radiant) beim HP-67 und 97 |
|---|---|---|
| $3 \cdot 10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{-6}$ | $3{,}02 \cdot 10^{-6}$ |
| $4 \cdot 10^{-6}$ | $4 \cdot 10^{-6}$ | $4{,}10 \cdot 10^{-6}$ |
| $5 \cdot 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-6}$ | $5{,}20 \cdot 10^{-6}$ |
| $6 \cdot 10^{-6}$ | $6 \cdot 10^{-6}$ | $6{,}40 \cdot 10^{-6}$ |
| $7 \cdot 10^{-6}$ | $7 \cdot 10^{-6}$ | $7{,}58 \cdot 10^{-6}$ |
| $8 \cdot 10^{-6}$ | $8 \cdot 10^{-6}$ | $8{,}92 \cdot 10^{-6}$ |

Die benötigte mathematische Technologie ist im Umkreis von manchen der größeren Elektronenrechner für allgemeine Zwecke entwickelt worden. Sie ist nicht so leicht zugänglich, wie wir wünschen möchten; denn sie ist nur in wenigen Personen und einigen relativ schwerverständlichen Publikationen verstreut; nur einige von den höher entwickelten Großrechenanlagen ziehen Nutzen aus dieser Technologie. Manch ein Großrechner leidet unter einer Arithmetik und unter elementaren Funktionen, die ebenso schludrig sind wie die schlimmsten Kleinrechner; vgl. Kahan (1972). Darüber hinaus haben die meisten Angehörigen der Mathematikerschaft keine Ahnung von der Technologie, die der Rechnerentwickler benötigt. Wenn er wahllos Rat sucht, könnte ihm wohl zu unerreichbarer Perfektion geraten werden. Schlimmer noch, er könnte eine neue Bestätigung jener falschen Vorstellungen erfahren, die manche unserer Kollegen ihm beigebracht haben oder noch beibringen. Ein Aufsatz in den „Notices of the American Mathematics Society" (Dezember 1976, Seite 422...430) sagt:

„Es liegt im Wesen einer numerischen Rechnung auf einer Maschine, die nur eine feste Ziffernzahl mitführt, daß die Subtraktion von Zahlen, die in den wenigen vorderen Ziffern übereinstimmen, eine sehr ungenaue Operation ist... In der Numerik gibt es die Zahl Null in Wirklichkeit nicht."

Diese Behauptungen sind irreführend; der Widersinn rührt von unterschiedlichen Bedeutungen des Wortes „Zahl" her. Wir möchten an dieser Stelle keine mathematischen Spitzfindigkeiten vom Stapel lassen; es genügt zu sagen, daß Rechner mit Ziffernketten vorgeschriebener Länge arbeiten und daß diese Ziffernketten an und für sich überhaupt keine Bedeutung haben. Sie können in unterschiedlicher Weise interpretiert werden; und an dieser Stelle beginnen die Schwierigkeiten.

Die oben zitierten Behauptungen ergeben sich ganz natürlich, wenn man jede Ziffernkette in der Maschine nicht als wohlbestimmte reelle Zahl interpretiert, sondern als ein Exemplar aus dem Intervall derjenigen reellen Zahlen, deren führende Ziffern mit der gegebenen Ziffernkette übereinstimmen. Diese Interpretation ist weder wahr noch falsch; sie ist lediglich ein Modell, das sogenannte Intervallmodell. Es führt dazu, daß seine Anhänger seltsame Resultate ($a \cdot b \neq b \cdot a$) als unumgänglich hin-

nehmen; von der gewöhnlichen Arithmetik unterscheidet es sich so weit, daß ein Geschäftsmann sich Zeit nehmen müßte, um manche Folgerungen daraus zu verdauen, wenn er nämlich eine kleine Unterschlagung als Vorliebe gewisser Rechner hinnehmen soll. Zwar gibt es Anwendungsfälle für das Intervallmodell; es ist jedoch ein Fehler, wenn man ihm den Rang eines Naturgesetzes gibt.

Eine andere Interpretation, die unter Numerikern weitverbreitet ist, betrachtet jede Ziffernkette in der Maschine als Darstellung der eindeutigen rationalen Zahl, die man durch Anfügen unendlich vieler Nullen an die gegebene Ziffernkette erhält. Die obigen Beispiele lassen erkennen, daß die Wahl eines Modells nicht bloß Geschmackssache ist; es liefert vielmehr den geistigen Rahmen für die Formulierung der Anforderungen, die an die Durchführung der Rechenoperationen zu stellen sind und die wir hier diskutiert haben. Wir sollten dafür dasjenige Modell auswählen, das die größere Denkökonomie mit sich bringt.

## Noch ein Wort an die Rechnerhersteller

Wir könnten diese Seiten mit einer Liste von falschen Anschauungen und Fabrikationsfehlern füllen, die sich herausstellen, wenn trigonometrische, hyperbolische, finanzmathematische, statistische, Navigations- und zahlreiche andere Funktionen von verschiedenen kleinen Elektronenrechnern zum Vorschein gebracht werden. Das wäre eine knauserige Art, die großartigen Errungenschaften der Rechnerindustrie zu würdigen, zumal wir doch an ihrem Erfolg mithelfen möchten. In der erstaunlich weitverbreiteten Aufnahmebereitschaft für diese Rechner erblicken wir eine noch nie dagewesene Chance und daher auch Verpflichtung, der Mathematik etwas von ihrem geheimnisvollen und mehr noch von ihrem ermüdenden Charakter zu nehmen und so eine Seite der geistigen Fruchtbarkeit zu verbessern. Diese Chance und Verpflichtung liegt hauptsächlich in den Händen einer verhältnismäßig kleinen Gruppe von Computerentwicklern. Etwaige Mängel in ihren Vorstellungen von einer Arithmetik mit beschränkter Stellenzahl wird man auf Generationen hinaus auch bei allen ihren Benutzern wiederfinden. Wenn sie nicht durch Unkenntnis und Gleichgültigkeit auf seiten der Käufer Rückschläge erleiden, hoffen wir zuversichtlich, daß sie sich der Herausforderung gewachsen zeigen, sobald sie erst einmal wissen, worin sie besteht.

An dieser Stelle möchten wir gern unseren Freunden danken, die uns ihre Rechner liehen, damit wir diese heruntermachen konnten. Damit derjenige, der aber nun einmal einen solchen Rechner besitzt, auch weiß, was er ihm in den obengenannten Situationen zutrauen kann, hier noch einige Überlegungen zum tatsächlichen Gültigkeitsbereich der „schludrigen" Arithmetik.

## Der Gültigkeitsbereich der Standardformel für $\sigma_k^2$

Der Deutlichkeit halber sei angenommen, $\Sigma_1^k x_j$ und $\Sigma_1^k x_j^2$ seien mit 10 geltenden Dezimalziffern aufsummiert worden; für 12 geltende Dezimalziffern ersetze man im folgenden $10^{-10}$ durch $10^{-12}$. Dann kann die Rundung dazu führen, daß der berechnete Wert von $\sigma_k^2$ einen Relativfehler von grob $5 \cdot 10^{-10} \cdot \Sigma_1^k x_j^2 / \sigma_k^2$ erleidet. In extremen Fällen, wenn dieser Quotient 1 stark übersteigt, könnte der berechnete Wert von $\sigma$ nicht-positiv sein; andernfalls können die berechneten Werte des Anstiegs m und des Achsenabschnitts c nicht schlechter sein, als wenn die x-Daten von einem nicht ganz zufallsverteilten „Rauschen" betroffen wären, dessen Standardabweichung grob $5 \cdot 10^{-10} \cdot \Sigma_1^k x / \sigma_k^2$ beträgt.

Nur wenn $\sigma_k^2$ klein ist verglichen mit $\Sigma_1^k x_j^2$, kann die Rundung eine wesentliche Auswirkung haben; doch das Auftreten quadrierter Terme hierin hat zur Folge, daß die Wirkung bedeutend eher eintritt, als man auf den ersten Blick erwarten würde.

Gewisse häufig vorkommende Spezialfälle sollten sich besser verhalten, als es durch den vorangehenden Absatz nahegelegt wird. Wenn die Daten aus höchstens, sagen wir, 100 Paaren von höchstens vierziffrigen ganzen Zahlen bestehen, dann werden $\Sigma_1^k x_j$ und $\Sigma_1^k x_j^2$ exakt aufsummiert; dann gibt es keine Rundung. In diesen Fällen könnten $\sigma_k^2$ m und c korrekt gerundet geliefert werden, vorausgesetzt, sie würden mit passend gewählten Algorithmen berechnet. Unglücklicherweise ist es offenkundig, daß die Algorithmen mancher Rechner ungeschickt gewählt sind. Machen Sie beispielsweise den Versuch mit $x_j = 9966 + j$, $y_j = j - 1$ für $j = 1, 2, ..., 32, 33$ ($k = 33$) auf dem Texas Instruments Business Analyst. Anstelle von $m = 1$, $c = -9967$ erhalten wir $m = 0{,}998\,998\,330\,5$ und $c = -9\,957{,}000\,33$. Die Unstimmigkeiten sind anscheinend auf eine lotterhafte Arithmetik zurückzuführen; obwohl das „Owner's Manual" auf Seite 3 sagt: „Alle Berechnungen werden mit 11 Ziffern vorgenommen...", behauptet der Rechner, daß $10/3 = 3{,}333\,333\,333\,0$ und $(0{,}999\,999\,999\,99)^2 = 0{,}999\,999\,999\,01$ sowie $1 - 0{,}999\,999\,999\,99 = 0{,}000\,000\,000\,10$ sei; also führt er in Wirklichkeit nur 9 oder 10 Ziffern korrekt mit.

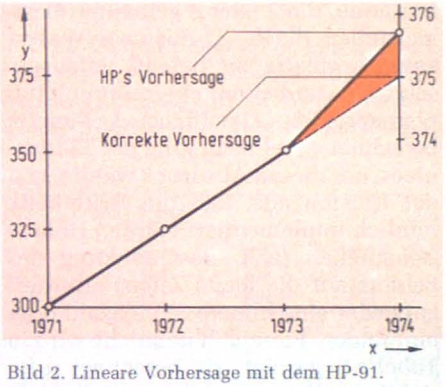


Bild 2. Lineare Vorhersage mit dem HP-91.

Ein anderes Beispiel, diesmal für den Hewlett-Packard-Rechner HP-91, ist:

$x_1 = 1971$ $\quad y_1 = 300$
$x_2 = 1972$ $\quad y_2 = 325$
$x_3 = 1973$ $\quad y_3 = 350$

Er berechnet für $\hat{y}(x) = m \cdot x + c$ den Wert $\hat{y}(1974) = 375{,}75$ anstelle von $\hat{y}(1974) = 375$, wie er vom HP-27 und anderen richtig berechnet wird (*Bild 2*). Die Abweichung kommt hier dadurch zustande, daß der Ausdruck $a \cdot b + c \cdot d$ gemäß $(a \cdot b/c + d) \cdot c$ berechnet wird. Von diesen algebraisch gleichwertigen Ausdrücken ist keiner merklich empfindlicher gegen Rundung als der andere, außer wenn zufällig alle Werte ganze Zahlen sind; dann wird nur der erstere

exakt berechnet. Der Rechnerentwickler wählte den letzteren Ausdruck, weil er für die Auswertung nur zwei interne Register zur Verfügung hatte; der erstere Ausdruck braucht aber drei. Sein Unternehmer hatte ihm sozusagen aufgetragen, die Fußgröße 13 in die Schuhgröße 10 zu pressen.

## Wie man volle Genauigkeit für g(y) erzielt

Wir können uns nicht über die Rettung der Hälfte der mitgeführten Stellen freuen, ohne den Verlust der anderen Hälfte zu bedauern, auch wenn ein so ernster Verlust fast niemals vorkommt. Für fast alle Werte von n und y, die in finanziellen Berechnungen eine Rolle spielen, ist der Ausdruck

$$g_n(y) = (y^n - 1)/(y - 1)$$

imstande, die 7 oder 8 geltenden Dezimalstellen, die der TI-Business Analyst anzeigt, richtig zu liefern, vorausgesetzt, sie werden mit einer reinlich implementierten 11stelligen Arithmetik berechnet. (Vielleicht ging der TI-Ingenieur, der diesen Ausdruck wählte, von der Illusion aus, daß die Arithmetik reinlich implementiert würde.) Höhere Genauigkeit (z. B. Beschränkung des Fehlers auf die letzte Ziffer) erfordert entweder eine höhere Stellenzahl oder eine andere Formel. Eine solche wird in *Tabelle 6* gezeigt; sie berechnet $g_n(y)$ richtig in allen mitgeführten Stellen mit Ausnahme der letzten, und zwar für alle n und für $y > 0$, vorausgesetzt, die verwendete Arithmetik, der Logarithmus und die Exponentialfunktion sind einigermaßen reinlich. Ob Tabelle 6 ein Trick oder ein Extravergnügen ist, das überlassen wir dem Urteil des Lesers, wenn er nach einem besseren Verfahren gesucht hat. Weder die Taylor-Reihe noch die Entwicklung

$$g_n(y) = 1 + y + y^2 + \ldots + y^{n-2} + y^{n-1}$$

können leicht genug ausgewertet werden, um sich mit der Leistung der Tabelle 6 zu messen, besonders wenn n riesig groß ist; und wenn eine schludrige Arithmetik benutzt werden muß, wachsen die Hindernisse fürchterlich. Nebenbei, ob Tabelle 6 trickreicher ist als die Taylor-Reihe, das hängt davon ab, an was Sie gewöhnt sind.

Von allen Rechnern, die in unserem Aufsatz erwähnt werden, erfreuen sich nur der HP-22, 27, 67, 91 und 97 einer hinlänglich reinlichen Arithmetik, so daß sie richtige Ergebnisse gewährleisten. Dieses Verfahren ist nicht nur weit einfacher anzuwenden als jedes sonstige uns bekannte; man braucht auch weniger Zeit, um seine Richtigkeit zu beweisen, als um – mittels Taylor-Reihe und anderen Methoden – die unterschiedlichen Verfahren auszutüfteln, die eine vergleichbare Leistung auf Rechnern mit schludriger Arithmetik erbringen (Aufgepaßt, wenn $|n \cdot (y-1)| \gg 1 \gg |y-1|$!). Dies ist nur eins von vielen Beispielen, wo die Anwendung reinlicher Arithmetik erheblich weniger kostet als eine schludrige. ■

**Tabelle 6: Ein Verfahren, um $g_n(y) = (y^n - 1)/(y - 1)$ für beliebiges n und $y > 0$ mit hinlänglich reinlicher Arithmetik zu berechnen**

1. Setze $v = y^n$. Wenn $y^n$ einen Unterlauf (0) erzeugt, setze neu fest: $v = 0$; wenn $y^n$ einen Überlauf bewirkt, springe zu Schritt 6.

2. Wenn $v = 1$, dann sei $g_n(y) = n$, und alle folgenden Schritte entfallen. Andernfalls (wenn $v \neq 0$), ...

3. Setze $G = (v-1)/(y-1)$. Wenn G einen Überlauf bewirkt, so auch $g_n(y)$.

4. Wenn $|v-1| \geqq 0{,}1$, dann sei $g_n(y) = G$, ausgenommen die letzte Ziffer von G; und man spart Zeit, indem man alle folgenden Schritte überspringt. Indessen kann der nächste Schritt nichts verderben.

5. Setze $g_n(y) = G \cdot (n \cdot \log(y)/\log(v))$ mit Ausnahme der letzten Ziffer der rechten Seite; wenn hier (oder in Schritt 3) Überlauf eintritt, ist er praktisch unvermeidbar.

6. Diesen Schritt braucht man nur, um der unwahrscheinlichen Möglichkeit zu begegnen, daß $y^n$, nicht jedoch $g_n(y)$ überläuft. Dieser Fall kann nur auf einem Wege eintreten; falls $n > 0$, setze $g_n(y) = y^{n-1}/(1-1/y)$. Andernfalls ist Überlauf praktisch unvermeidbar.

### Literatur


*Fike, C. T.*, (1968): Computer Evaluation of Mathematical Functions, Prentice Hall, New Jersey.

*Forsythe, Alexandra I.; Keenan, T. A.; Organick, E.I.* und *Stenberg, W., (1975)*: Computer Science – A First Course, 2. Aufl., Wiley, New York. Siehe besonders S. 600, 675, 691.

*Harms, D. W.*, (1976): „Improved Algorithms: Making $2^3 = 8$", in Session 32 'Advanced Pocket Calculators' of Electro 76, IEEE Meeting in Boston, 11.–14. Mai 1976. Eine verballhornte Fassung erscheint auf den Seiten 16...17 des Hewlett-Packard-Journals, vol. 28, no. 3.

*Kahan, W.*, (1972): „A Survey of Error-Analysis", Information Processing 71, Proceedings of 1971 IFIP Congress, Ljubljana; North Holland Publishing Co., S. 1214...1239.

*Kahan, W.*, (1973): „Implementation of Algorithms", Teil I und II, miteinander verbunden und herausgegeben von David Hough, Technical Report 20, Computer Science Department, University of California, Berkeley. Jetzt erhältlich von NTIS unter DDC AD 769 124/9 GA.

*Knuth, D.E.*, (1971): The Art of Computer Programming, vol. 2 (2. Druck), Kapitel 4. Seminumerical Algorithms. Addison Wesley, Reading, Mass.

*Osofsky, Barbara L.*, (1976): „Small Calculators for the Mathematician", Notices of the American Mathematics Society, vol. 23, no. 8 (Dezember 1976), S. 422...430.

*Ris, F.N.*, (1976). „A Unified Decimal Floating-Point Architecture for the Support of High-Level Languages (extended abstract)", Report RC 6202 (26651) (14. September 1976), IBM Research Center, Yorktown Heights, New York. Auch in ACM SIGARCH Newsletter, „Computer Architecture News", 1976.

*Schmid, H.*, (1974): Decimal Computation, Wiley, New York.

*Sterbenz, P. H.* (1974): Floating Point Computation, Prentice Hall, New Jersey.

*Walther, J. S.* (1971): „A Unified Algorithm for Elementary Functions", Proceedings 1971 Spring Joint Computer Conference, S. 379...385.

# Mo 15

## Pulsmodulation

4 Blätter

### 1 Grundlagen

#### 1.1 Puls und Impuls

Man spricht von einem Impuls, wenn es sich um einen einzelnen Vorgang handelt, dagegen von Puls, wenn eine zeitlich regelmäßige Folge von Impulsen, also eine Impulsserie vorliegt. Ebenso wie man einen zeitkontinuierlichen Vorgang (z. B. eine Sinus-Schwingung) als Träger einer Nachricht verwenden kann, indem man ihn moduliert (z. B. Amplitudenmodulation), kann man auch einen zeitdiskreten Vorgang, z. B. einen Puls, modulieren. Modulationsverfahren, die irgendeine Eigenschaft eines Pulses verändern, bezeichnet man als Pulsmodulationsverfahren [2].

#### 1.2 Das Prinzip der Pulsmodulation

Bei der Pulsmodulation wird ein Puls (*Bild 1*) dadurch moduliert, also zum Träger einer Nachricht, daß eine seiner Kenngrößen, z. B. Impulsamplitude (Abschn. 2.1), Impulsdauer (Impulslänge, Abschn. 2.2), Impulsphase (Abschn. 2.3), im Rhythmus des Signals geändert wird (Bild 2) [2].

#### 1.3 Der Unterschied zwischen AM, FM und Pulsmodulation

Bei AM und FM ist der Träger kontinuierlich vorhanden, er wird durch die Nachrichtenschwingung kontinuierlich moduliert. Bei der Pulsmodulation wird diese Nachrichtenschwingung dagegen einem zeitdiskreten Vorgang, nämlich einem Puls, aufmoduliert, und zwar in Form einer Amplituden- (*Bild 2*), einer Impulsdauer- oder einer Impulsphasenmodulation. Die Pulsmodulation ist also eine diskontinuierliche Modulation [7].

#### 1.4 Das Abtasttheorem

Es muß nun geklärt werden, unter welchen Voraussetzungen ein Nachrichtensignal unverzerrt im modulierten Puls vorhanden ist. Von einem Puls ist bekannt, daß er ein diskretes Frequenzspektrum hat.[1]). Betrachtet man nun z. B. die Pulsamplitudenmodulation (die Amplitude des Pulses ändert sich proportional zum Nachrichtensignal), so erhält jede dieser diskreten Frequenzen, völlig anlog zur bekannten AM, zwei Seitenbänder. Das sich ergebende Frequenzspektrum ist in *Bild 3a* dargestellt. Wir sehen Spektrallinien bei 1 x F, 2 x F, 3 x F usw., also bei den Grund- und Oberschwingungen des unmodulierten Pulses[1]). Bei Modulation erscheinen links und rechts neben diesen Linien die Seitenbänder. Ihre Breite ist durch die höchste Modulationsfrequenz $f_{max}$ bestimmt.

Das folgt auch aus der für AM bekannten Gleichung[2]):

$$u = U_t \cdot \sin\Omega t + U_t \cdot \underbrace{m \cdot \sin\omega t}_{\text{Modulation}} \cdot \underbrace{\sin\Omega t}_{\text{Träger}}$$

Geht man zur Pulsamplitudenmodulation über, ist für den Träger das diskrete Frequenzspektrum des Pulses einzusetzen, und man erhält dann:

$$u = U_t (a_1 \cdot \sin\Omega t + a_2 \cdot \sin 2\Omega t \ldots) + U_t \cdot m \cdot \sin\omega t \,(a_1 \cdot \sin\Omega t + a_2 \cdot \sin 2\Omega t + a_3 \cdot \sin 3\Omega t + \ldots)$$

Das führt ebenfalls zu der Darstellung von Bild 3a.

Es muß nun die Forderung eingehalten werden, daß sich diese Seitenbänder nicht überlappen, d. h. es muß gelten:

$$f_{max} \leqq F - f_{max} \quad \text{oder} \quad F \geqq 2 f_{max}$$

Die Pulsfrequenz muß mindestens doppelt so groß wie die Grenzfrequenz des modulierenden Signals (die höchste Modulationsfrequenz) sein. Im Zeitbereich bedeutet dies, daß auf eine steile Signalflanke mindestens zwei Abtastwerte entfallen müssen (*Bild 3b*) [1].

Ein Tiefpaßfilter mit der Grenzfrequenz $f_{gr} > f_{max}$ filtert allein das zwischen $f = 0$ und $f = F - f_{max}$ liegende Band heraus (*Bild 3a*). Die ursprüngliche Nachrichtenschwingung kann dann bei der Demodulation unverändert zurückge-

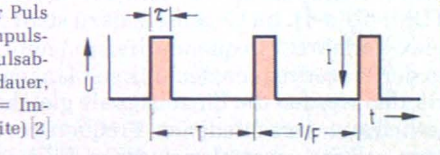



Bild 1. Unmodulierter Puls (Impulsserie); I = Impulsamplitude, T = Impulsabstand, Pulsperiodendauer, F = Pulsfrequenz, τ = Impulsdauer (-länge, -breite) [2]

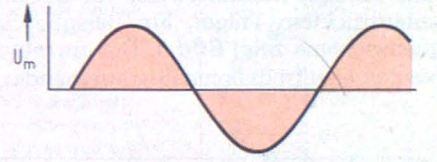



Bild 2. Modulierter Puls, Beispiel einer Pulsamplitudenmodulation. Oben: Verlauf der Modulationsspannung $U_m$, unten: der amplitudenmodulierte Puls ($U_{Pm}$ = Spannung der einzelnen Impulse) [2]

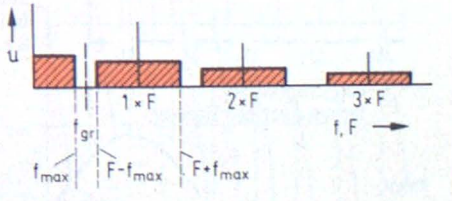



Bild 3a. Frequenzspektrum der Pulsamplitudenmodulation PAM. F = Pulsfrequenz, f = Modulationsfrequenz, $f_{max}$ = max. Modulationsfrequenz; $f_{max} < f_{gr} < (F - f_{max})$ [2, 3]

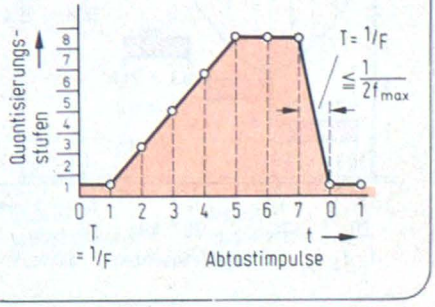



Bild 3b. Der steilste Signalsprung muß durch zwei Abtastungen erfaßt werden [1]

[1]) Elektronik-Arbeitsblätter (EAB) Bd. 7, Mth 31, C3. Franzis-Verlag, München

[2]) EAB Bd. 7, Mo 11, I. Franzis-Verlag, München

wonnen werden. Das ist der wesentliche Inhalt des von Raabe 1939 (Nyquist) aufgestellten Abtasttheorems.

*1.4.1 Zusammenhang zwischen Pulsfrequenz F, Grenzfrequenz $f_{gr}$ des Tiefpaßfilters und höchster Signalfrequenz $f_{max}$*

Es soll sein $F \geqq 2 f_{max}$. Dann ist die Periodendauer $T(F) \leqq 1/2\ T(f_{max})$.

$$T(F) = \frac{1}{F} \leqq \frac{1}{2 f_{gr}} \leqq \frac{1}{2 f_{max}}$$

Beispiel: In der Fernsprechtechnik überträgt man das Sprachfrequenzband von etwa 300...3400 Hz. Die Pulsfrequenz muß demnach größer als 6800 Hz sein. Um die Filterflanke nicht zu steil machen zu müssen, also das Tiefpaßfilter leichter dimensionieren zu können, setzt man die Pulsfrequenz F mit 8000 Hz an. Dadurch entsteht (Bild 3a) ein größerer Sicherheitsabstand zwischen den Bändern 1 und 2 [2, 4].

### 1.5 Sinn und Zweck der Pulsmodulation

Betrachtet man das Zeitdiagramm in Bild 1 (nicht mit dem Frequenzdiagramm Bild 3a verwechseln), dann sieht man, daß zwischen den die Information eines Signals enthaltenden Impulsen größere Zeitabstände liegen. In diese Zeiträume lassen sich mehrere Pulse (Impulsfolgen) einschachteln, die mit anderen Signalen moduliert sind. Man spricht hier von Zeitmultiplex-Verfahren (time division multiplex, TDM) (*Bild 4*). Im Gegensatz dazu steht das Frequenzmultiplex-Verfahren (frequency division multiplex, FDM), wie es in der Trägerfrequenztechnik seit langem angewendet wird. Hierbei werden die Einzelsignale gleichzeitig und kontinuierlich auf verschiedenen Frequenzbereichen übertragen. Man arbeitet normalerweise im Einseitenbandbetrieb mit unterdrücktem Träger. Ein Beispiel für ein solches Frequenzschema zeigt *Bild 5*. Die einzelnen Gesprächskanäle werden also frequenzmäßig aneinandergereiht.

Beide Verfahren dienen dazu, über einen Sendekanal mehrere Signale gleichzeitig zu übertragen, und zwar steht bei der Pulsmodulation jedem Einzelsignal ein bestimmtes Zeitintervall, bei der Trägerfrequenztechnik ein bestimmter Frequenzbereich zur Verfügung [2, 3, 4].

## 2 Die Pulsmodulationsverfahren

### 2.1 Die Pulsamplitudenmodulation (PAM)

Das Zeitbild ist in Bild 2, eine mögliche Modulationsschaltung in *Bild 6a* dargestellt. Es empfiehlt sich, eine Diode zu verwenden, die im Durchlaßbereich einen möglichst geraden Kennlinienverlauf hat. Die Gleichvorspannung muß so groß sein, daß bei Modulation die Diode in den Grenzen $U_{Pm\ max}$ und $U_{Pm\ min}$ ausgesteuert wird (*Bild 6b*). Bei diesem Verfahren bleiben die anderen Parameter – Impulsdauer, Impulsphase und Tastverhältnis – ungeändert, es wird nur die Impulsamplitude mit dem Signal moduliert [2, 4].

### 2.2 Die Pulslängenmodulation (PLM), Pulsdauermodulation (PDM)

Der Modulationsvorgang ist in *Bild 7* gezeigt. Hier arbeitet man z. B. mit einem der Signalspannung zu genau festgelegten Zeitpunkten überlagerten Sägezahnimpuls. Die so gebildete Summenspannung wird auf einen Komparator gegeben, der, je nachdem wie lange ein Schwellenwert überschritten wird, Impulse unterschiedlicher Dauer (Länge) abgibt. Die Lage der Vorderflanke der Impulse ist durch die steile Sägezahnflanke fest gegeben, die Lage der Rückflanke dagegen schwankt mit der Modulation.

Es gibt natürlich auch Verfahren, bei denen die Impulsmitte (Dreiecksimpuls) bzw. die Rückflanke des Impulses (Sägezahn mit steiler Rückflanke) festgehalten wird.

Arbeitet man mit Pulsverschachtelung, muß darauf geachtet werden, daß bei höchster Modulationsspannung die

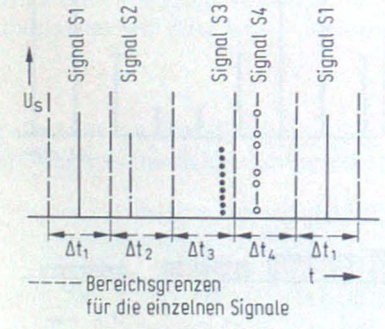



Bild 4. Das Verschachteln mehrerer Signale beim Zeitmultiplex-Verfahren. S 1, S 2, S 3, S 4 sind die Impulse verschiedener, unabhängig voneinander zu übertragender Signale. $\Delta t1$, $\Delta t2$, $\Delta t3$, $\Delta t4$ = Zeitintervalle, in denen die Impulse der Signale S 1. S 2... liegen dürfen

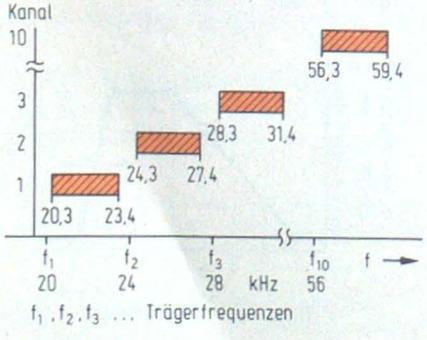



Bild 5. Frequenzschema für die Trägerfrequenztechnik. Jede Trägerfrequenz wird mit den Signalfrequenzen 300...3400 Hz moduliert. Belegung des Bandes 20...60 kHz mit den oberen Seitenbändern von 10 Telefoniesignalen $f_{S1}$...$f_{S2}$. Mit dem Band 20...60 kHz wird der Sender moduliert [4]

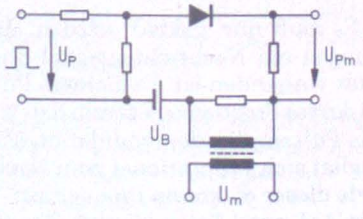



Bild 6a. Schaltung für eine Pulsamplitudenmodulation; $U_P$ = Spannung des zugeführten Pulses, $U_m$ = Spannung des modulierenden Signals, $U_{Pm}$ = Spannung des modulierten Pulses (PAM). Mit dem Impuls $U_P$ wird die Diode geöffnet, der Strom im Kreis ist dann durch $U_m$ bestimmt [2]

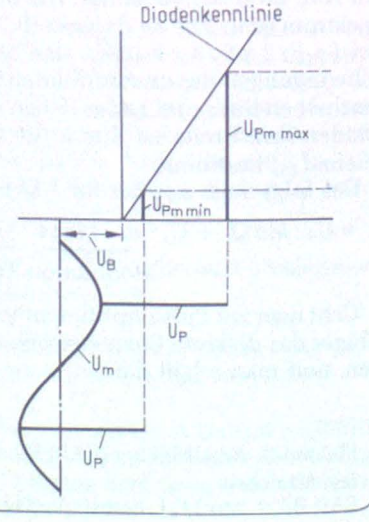



Bild 6b. Modulationsvorgang zur Schaltung von Bild 6. Die Spannung $U_B$ muß so gewählt werden, daß die Diodenkennlinie nur im geradlinigen Teil ausgesteuert, der untere gekrümmte Teil der Durchlaßkennlinie aber ausgespart bleibt [2]

größte Impulsdauer kleiner als das für den betreffenden Puls vorgesehene Zeitintervall $\Delta t$ bleibt.

Bei der Pulslängen-/Pulsdauermodulation bleiben Impulsamplitude und Impulsphase konstant, Tastverhältnis und Impulsdauer werden geändert [2, 4].

### 2.3 Die Pulsphasenmodulation (PPM)

Bei der Pulsphasenmodulation werden Impulse gleicher Größe (konstanter Amplitude) und gleicher Form (konstanter Impulsdauer) übertragen, es ändert sich dagegen die Phasenlage der Impulse im Takte der Modulationsspannung (*Bild 8*). Der Modulationsvorgang ist (als Beispiel) in *Bild 9* dargestellt. Wie in Bild 7 werden dem Signal $U_m$ in regelmäßigen Abständen Sägezahnimpulse überlagert. Die abfallenden Flanken erzeugen beim Kreuzen des Schwellenspannungswertes den gewünschten Impuls (im Bild unten). Für positive Werte von $U_m$ erhält man eine positive, für negative Werte von $U_m$ eine negative Phasenverschiebung. Je kleiner die Amplitude von $U_m$ ist, um so geringer ist die entstehende Phasenverschiebung [2, 4].

### 2.4 Die Pulsfrequenzmodulation

Auf sie braucht nicht näher eingegangen zu werden; sie findet in Literatur und Praxis wenig Interesse, ferner ist sie im grundsätzlichen der PPM ähnlich [3]).

An die Stelle des Phasenhubes bei PPM tritt bei der Pulsfrequenzmodulation der Modulationsindex $\frac{\Delta\Omega}{\omega} = \frac{\Delta F}{f}$. Steigt also die Signalamplitude, so wächst bei PPM der Phasenhub, bei PFM der Frequenzhub $\Delta F$ bzw. der Modulationsindex $M = \frac{\Delta F}{f}$.

Nun interessiert bei einem Zeitmultiplexverfahren die Größe des Phasenhubes. Denn wie Bild 8a zeigt, muß der Phasenhub im zugelassenen Variationsbereich $V = \frac{2\pi}{n} = \frac{\Omega \cdot T}{n}$ liegen, wenn $n$ die Zahl der Kanäle angibt.

Aus dem Frequenzhub $\Delta F$, der von der Signalamplitude abhängig ist, erhält man den Phasenhub durch die Beziehung

$$\Delta\Phi = \frac{\Delta F}{f} = M \; (M = \text{Modulationsindex})$$

Daraus folgt: Wird bei der tiefsten Signalfrequenz der Hub $\Delta F$ gerade so groß gemacht, daß der entstehende Phasenhub den möglichen Variationsbereich voll ausnützt, so wird der Phasenhub mit steigender Signalfrequenz stetig kleiner und der verfügbare Bereich nur teilweise in Anspruch genommen [2, 4].

### 2.5 Vorteil von PLM und PPM gegenüber PAM

Bei der Pulslängenmodulation (PLM) bleibt die Signalamplitude konstant. Das bedeutet, daß nichtlineare Verzerrungen, die sich auf die Impulsamplitude auswirken, die Übertragungsgüte nicht beeinflussen.

Noch günstiger ist in dieser Beziehung die PPM (Pulsphasenmodulation), denn bei ihr bleiben Amplitude und Länge (Dauer) der Impulse konstant. Sie haben alle die gleiche Form, sie können also, falls notwendig, durch Begrenzung/Impulsformung regeneriert werden. Deshalb kann die PPM zur Übertragung über große Entfernungen benützt werden.

Auch hinsichtlich der Sender-Dimensionierung bringt die PPM Vorteile. Bei PAM muß die Senderleistung für die größtmögliche Impulsamplitude ausgelegt werden, ferner

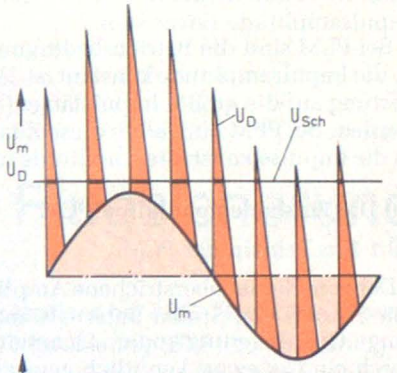



Bild 7. Modulationsvorgang bei der Pulsdauermodulation. Oben: $U_m$ = Signalspannung, $U_D$ = Spannung der Dreiecksimpulse, $U_{Sch}$ = Schwellenspannung; unten: der modulierte Puls $U_{Pm}$ [2]

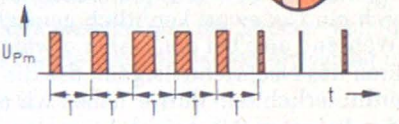
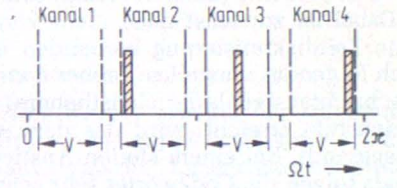



Bild 8a. Variationsbereich für die Phasenverschiebung der Impulse bei PPM. Die Pulsperiode ist auf vier Kanäle aufgeteilt, der Variationsbereich V darf bei Modulation nicht überschritten werden. Kanal 1 ist für Synchronisierzeichen vorgesehen, bei Kanal 2 liegt der Impuls bei voller Aussteuerung an der unteren, bei Kanal 4 an der oberen Variationsgrenze. Kanal 3 ist nicht ausgesteuert.



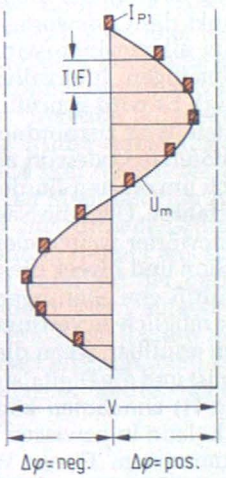




Bild 8b. Lage der Impulse bei PPM im Variationsbereich. Die zeitliche Lage der Impulse wird durch die Signalschwingung verändert. Im unmodulierten Zustand (Impuls $I_{P1}$) werden die Impulse genau zu den Tastzeiten abgegeben. Positive Werte der Signalspannung $U_m$ ergeben eine positive Phasenverschiebung ($+\Delta\varphi$) und umgekehrt [4]

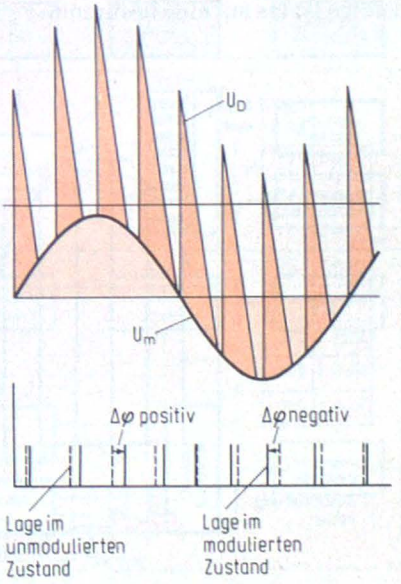



Bild 9. Modulationsvorgang bei PPM. Oben: U = Signalspannung, $U_D$ = Spannung der Dreiecksimpulse, $U_{Sch}$ = Schwellenspannung; unten: Lage der modulierten Impulse im Vergleich zur Lage ohne Modulation ($U_m = 0$)

[3]) EAB Bd. 7, Mo 11, II. Franzis-Verlag, München

muß die Aussteuerkurve von der kleinsten bis zur größten Impulsamplitude linear sein.

Bei PLM sind die Betriebsbedingungen schon günstiger, da die Impulsamplitude konstant ist. Es muß nur die Senderleistung auf die größte Impulslänge (-dauer) zugeschnitten werden. Bei PPM nun fallen diese Zusatzbedingungen weg, da die Impulse konstante Amplitude und Dauer haben [2, 4].

### 2.6 Die Pulscodemodulation PCM

#### *2.6.1 Das Prinzip der PCM*

Der vom Signal überstrichene Amplitudenbereich wird in eine Anzahl von Stufen unterteilt, man nennt diesen Vorgang „Quantisierung" oder „Quantelung". Jede Stufe wird durch ein Codewort kenntlich gemacht.

Während also bei den bisher erwähnten Modulationsverfahren das Nachrichtensignal, das die Modulation bewirkt, kontinuierlich sein durfte, haben wir es bei PCM mit amplitudendiskreten Nachrichtensignalen zu tun. Das Signal wird in einzelne (diskrete) Amplitudenstufen zerlegt.

Dabei ist zunächst noch nicht vorausgesetzt, daß auch eine Zeitdiskretisierung vorhanden ist. Z. B. könnte man sich folgendes vorstellen. Immer dann, wenn der Wert des Nachrichtensignals die nächsthöhere (oder -niedere) Amplitudenstufe erreicht, wird das dazu gehörende Codewort ausgesandt. Bei einem steilen Anstieg des Nachrichtensignals folgen die Codewörter sehr schnell, bei flachem Anstieg in größeren Intervallen aufeinander. Der Abgabezeitpunkt des Codewortes ist nicht festgelegt.

Im allgemeinen wird aber das Nachrichtensignal in regelmäßigen Intervallen abgetastet (zeitliche Diskretisierung). Es wird geprüft, welcher Amplitudenstufe der abgetastete Wert zuzuordnen ist. Dann wird das zu dieser Stufe gehörende Codewort abgegeben. Hier handelt es sich demnach um ein amplitudendiskret und zeitdiskret arbeitendes Verfahren. Über die Nachrichtenverbindung werden nur die Codewörter weitergeleitet (*Bild 10*).

Sinn und Zweck dieses Modulationsverfahrens ist es, den Einfluß von Störungen auf dem Übertragungsweg soweit wie möglich zu verringern. Diese Bedingung ist dann am besten erfüllbar, wenn die Schrittfolge von Bit zu Bit regelmäßig ist und die Digitalsignale nur zwei Werte (0 und 1, bzw. L und H) annehmen können. Die einzelnen Impulse lassen sich dann in gewissen Intervallen der Übertragungsstrecke regenerieren. Dieses Wiederherstellen der originalen Impulsfolge ist bis auf eine bestimmte Fehlerrate möglich. Deren Größe hängt davon ab, wie weit die ankommenden Impulsamplituden das Rauschniveau übersteigen und als solche deutlich erkannt werden können. (Man vergleiche die große Störsicherheit bei Telegrafie-Übertragung mit der merklich kleineren bei Telefonie-Übertragung).

Dieses Verfahren ist also aus den genannten Gründen sehr gut geeignet, Nachrichten über weite Strecken störungsfrei zu übertragen. Bei ihm werden bei Umwandlung eines Analogsignals in ein Digitalsignal drei Vorgänge hintereinandergeschaltet: Signal- oder Amplitudenabtastung, Amplitudenquantisierung, Codierung [2, 3, 4, 7].

#### *2.6.2 Die Problematik der PCM*

Bild 10 zeigt, daß die Stufung oder Quantisierung ein wichtiger Parameter ist. Je kleiner die Quantisierungsstufen sind, um so geringer ist der Quantisierungsfehler, d. h. um so besser paßt sich der auf der Empfängerseite aus den Digitalsignalen gewonnene Kurvenverlauf der Originalkurve an. Wie leicht einzusehen ist, bringt aber eine sehr feine Stufung merkliche Schwierigkeiten mit sich. Eine Unterteilung in z. B. 128 Stufen bedeutet schon, daß Codewörter mit 7 bit zu verwenden sind. Für jeden Abtastwert sind 7 Digitalzeichen zu übertragen (s. Abschn. 2.6.4). Proportional mit der Stellenzahl steigt aber auch das benötigte Frequenzband, denn es müssen mehr Bits je Zeiteinheit gesendet werden, die Bitfolgefrequenz (bit/s) steigt [2, 4, 7].

*(Schluß folgt)*

### Literatur


[1] *Schönfelder, H.:* Nachrichtenreduktion für Bildsignale. FUNKSCHAU 1973, H. 5, S. 543.

[2] *Prokott, E.:* Modulation und Demodulation. Elitera-Verlag, Berlin 33.

[3] *Opitz, L.:* Pulscodemodulation, ein interessantes Übertragungsverfahren. FUNKSCHAU 1969, H. 6, S. 153.

[4] Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, VI. Band, S. 75...168. Verlag für Radio-, Foto-, Kinotechnik, Berlin.

[5] *Rupp, H.,* und *Opitz, L.:* Ein 24-Kanal-PCM-Kurzsteckensystem. SEL Nachrichten 1968, H. 1, S. 1.

[6] *Christiansen, H.-M.,* und *Senft, R.:* PCM 30/32, ein Zeitmultiplex-Übertragungssystem für Orts- und Bezirksnetze. Siemens-Zeitschrift 1971, H. 3, S. 119.

[7] *Arens, W., Kersten, R., Poschenrieder, W.:* Die Pulscode-Modulation und ihre Anwendung im Fernmeldewesen. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1968, S. 184.

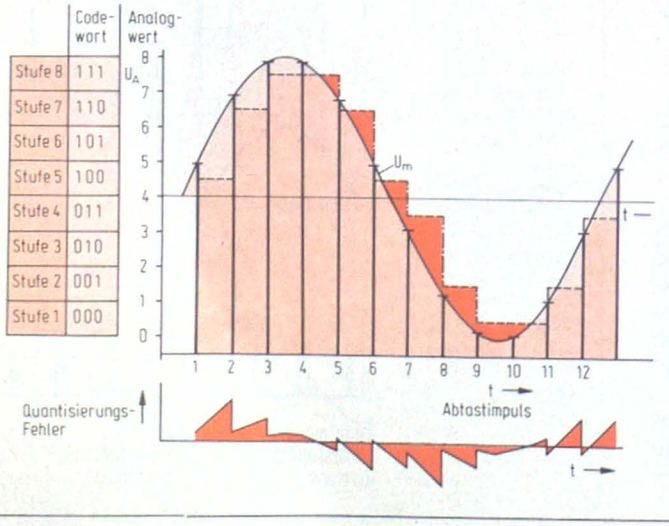




Bild 10. Das Quantisieren (Quanteln) eines Signalverlaufs und die Zuordnung zwischen Abtastwert und Codewort (Schlüsselwort). Die gestrichelten Linien zeigen an, welches Codewort durch den zugehörigen Abtastimpuls festgelegt wird. Aus dem mittleren Analogwert $U_A$ eines Codewortes (z. B. 4,5 bei Stufe 5, Codewort 1 0 0) und den wirklichen Signalwerten ergibt sich der Quantisierungsfehler. Er ist im Bild unten als Differenz ($U_m - U_A$) aufgetragen [2, 3]

# L-Band-Radaranlage

## zur Streckenkontrolle in der Flugsicherung

Seit Beginn des modernen Luftverkehrs in Deutschland hat AEG-Telefunken in enger Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) zur Sicherung im Luftverkehr beigetragen. So wurden für die Nahbereichs- und die Streckenkontrolle (Bereich 110 km bzw. über 270 km) entsprechende Radarsensoren entwickelt und immer wieder verbessert.

Die Entwicklung der Anlage SRE-M5 war geprägt durch die Verwendung in EDV-unterstützten Flugsicherungssystemen, und das fordert Sensoren, die dem Rechner bei hoher Zielentdekkungswahrscheinlichkeit äußerst geringe Raten irrtümlicher Zielmeldungen anbieten.

### Diversity-Betrieb bringt Reichweitenerhöhung

Das vereinfachte Blockschaltbild eines Kanals der Anlage zeigt *Bild 1*.

Die Sendefrequenz zwischen 1250 und 1350 MHz wird aus einem hochstabilen Phase-Locked-Loop-Oszillator gewonnen, das Signal mittels eines PIN-Dioden-Modulators impulsmoduliert und anschließend auf die zur Ansteuerung des Klystrons benötigte Spannung gebracht. Das Ausgangssignal des Klystrons wird schließlich mit einer Impulsspitzenleistung von 2,5 MW über die Antenne abgestrahlt.

Die empfangenen Echos gelangen über den Hohlleiterzug zu den PIN-Dioden-Schaltern, die den Empfänger vor der Zerstörung durch die Sendeenergie schützen. Die Signale durchlaufen den Antennendiagramm-Mischer, gelangen in den Hf-Transistor-Vorverstärker und werden auf die Zf von 30 MHz umgesetzt. Nach der Gleichrichtung in den Phasendetektoren folgen die Einspeisung in den Signalprozessor und die Zusammenfassung mit dem zweiten Kanal im Diversity-Combiner.

Da Radaranlagen im allgemeinen zweikanalig aufgebaut werden, strahlt man die Leistungsimpulse der beiden Sender leicht verzögert auf unterschiedlichen Frequenzen ab (Diversity-Betrieb). Dies führt zu einer verbesserten Zielentdeckungswahrscheinlichkeit und damit zu einer Reichweitenerhöhung.

### Die wichtigsten Komponenten

*Die Antenne*

Die Antenne besteht aus einem Reflektor von etwa 14,5 m Breite und 9 m Höhe (*siehe Titelbild*). Zwei dielektrische Strahler erzeugen zwei Diagramme entsprechend *Bild 2*. Das obere Teildiagramm ist $\mathrm{cosec}^2$-förmig und das untere ist in der Elevation sehr stark gebündelt. Es ermöglicht dadurch einen stark reduzierten Festzielempfang. Zusätzlich werden die beiden Diagramme elektronisch kombiniert. Dies erlaubt eine stufenlos regelbare Anpassung der unteren Begrenzung an den jeweiligen Standort (*Bild 3*).

*Der Sender*

Der Sender arbeitet als kohärenter Klystron-Leistungsverstärker. Während typische Lebensdauererwartungen von Magnetronröhren im Bereich von 4000 h liegen, kann bei Klystronröhren mit ca. 25000 h gerechnet werden. In konventionellen Radaranlagen wird der Modulator mit einer Laufzeitkette und einem Thyratron aufgebaut. Dies führt bei Wartung oder Ausfall dieser Komponente zum Ausfall des gesamten Senders. Der Modulator der Anlage SRE-M5 ist aus diesem Grunde modular aufgebaut. Er besteht aus acht Teil-Moduln, die aufgrund der geringen Belastung relativ klein aufgebaut werden können. Der Ausfall eines Moduls führt zu einem Leistungsabfall von nur ca. 15%, der im Betrieb kaum wahrnehmbar ist.

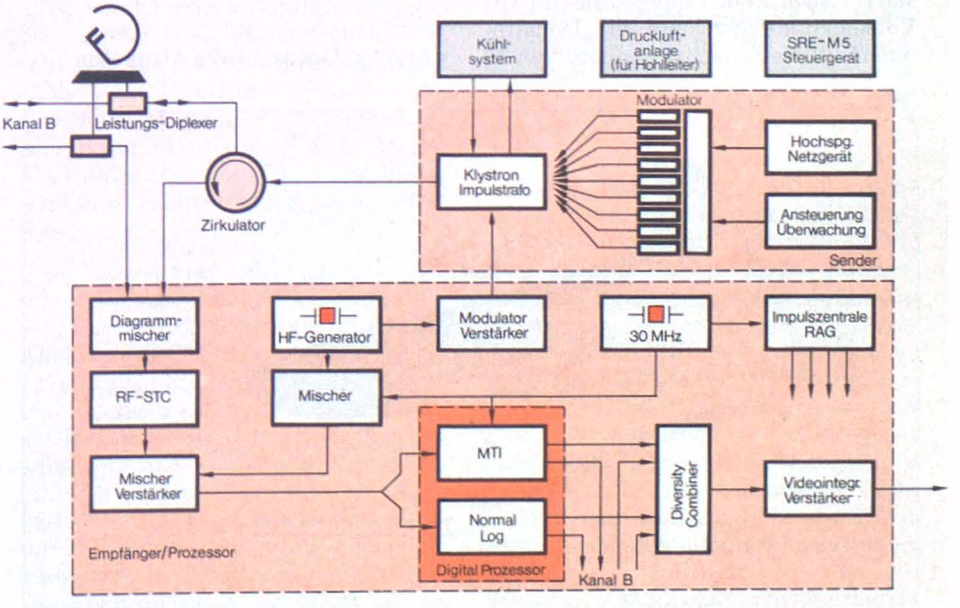



Bild 1. Blockschaltbild eines Kanals der Anlage SRE-M 5

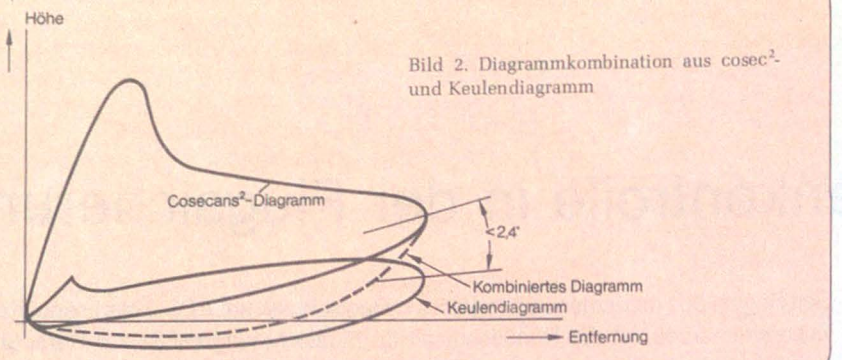



Bild 2. Diagrammkombination aus cosec²- und Keulendiagramm

*Der Empfänger*

Der Empfängerschrank enthält neben dem eigentlichen Empfangs- und Signalverarbeitungszug auch die Signalerzeugung, die Signalaufbereitung für den Sender und die zentrale Synchronisierung durch die Impulszentrale. Die in der Antenne empfangenen Echos durchlaufen im Hohlleiterzug einen Zirkulator, der gemeinsam mit einem PIN-Dioden-Schalter den Empfänger von der Sendeenergie trennt. Im Empfänger selbst folgen der (variable) Phasenschieber und der (variable) Koppler des Antennendiagramm-Mischers, mit dessen Hilfe das Antennendiagramm elektronisch eingestellt wird. Der Range-Azimut-Generator (RAG) steuert die schon erwähnte Anpassung des Antennendiagramms an die Umgebung. Anschließend durchlaufen die Empfangssignale die Sensitivity Time Control (Hf-STC), die gemeinsam mit der Zf-STC den Dynamikbereich der Echosignale an den des Empfängers anpaßt.

Das Hochfrequenzsignal wird in einem Transistorverstärker um 23 dB verstärkt. Nach dem Filterprozeß im Hf-Vorselektionsfilter wird die Hochfrequenz auf die Zwischenfrequenz von 30 MHz abgemischt, erneut verstärkt und auf mehrere Ausgänge aufgeteilt. Sie führen über einen Phasendiskriminator zum Festziellöschungs-(MTI-)Kanal sowie zum logarithmischen Kanal.

*Der Signalprozessor*

Der Signalprozessor enthält zwei Hauptgruppen: das I-Q-Kanal-Doppel-MTI-System und den Normalvideozug. Das MTI-System wird in Form des sogenannten Quadraturprinzips angewendet. Durch dieses werden die phasenbedingten Verluste bisheriger Systeme durch Verdoppelung der Filterschaltung vermieden. Der „In-Phase-Kanal (I)" und der „Quadratur-Kanal (Q)" sind in Aufbau und Funktion völlig identisch und werden hinter den Löschsystemen in Form einer geometrischen Betragsbildung mit gleichzeitiger Logarithmierung zusammengefaßt.

Eine CFAR[1])-Schaltung dient in erster Linie der Unterdrückung von Wetter-Reststörungen. Sie ist nur in Störgebieten automatisch wirksam, wodurch im Schönwetterbereich Verluste vermieden werden. Die entstörten Videosignale werden anschließend wieder delogarithmiert und dem Range-Azimut-Generator zugeführt. Der vorprogrammierte RAG schaltet in Festzielgebieten das MTI-Video, in festzielfreien Gebieten das Normalvideo durch. Nach der Addition der beiden Kanäle im Diversity-Combiner eliminiert ein 9-bit-Integrator aperiodische Störungen und ermöglicht so eine kontrastreiche Darstellung auf dem Sichtgerät.

[1]) CFAR ≙ Constant False Alarm Rate

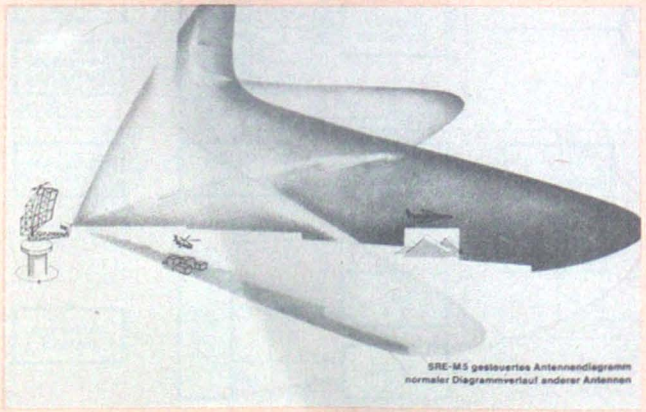



Bild 3. Die Antennencharakteristik wird durch stufenlose Einstellung bei Inbetriebnahme dem jeweiligen Standort angepaßt

*Impulszentrale und Range-Azimut-Generator*

Die Impulszentrale und der Range-Azimut-Generator sind zu einer gemeinsamen Baugruppe zusammengefaßt. Die Impulszentrale steuert den Zeitablauf in den Baugruppen der Radaranlage. Im Range-Azimut-Generator werden die programmierbaren Ausblend- oder Umschaltfenster erzeugt, die Diagrammschaltungen, STC-Einstellungen sowie Normal-MTI-Videoumschaltungen veranlassen.

*Die Fernsteuerung*

Eine wichtige Forderung an moderne Radaranlagen ist die Möglichkeit, sie zeitweise unbemannt betreiben zu können. Deshalb sind Steuerung und Überwachung der gesamten SRE-M5-Anlagenfunktionen von einer abgesetzten Betriebszentrale aus möglich. Die einzelnen Baugruppen werden automatisch mit Rückmeldung auf Funktionsfähigkeit überwacht.

## Zuverlässigkeit und Prüfkonzept

Für den einzelnen Sende-/Empfangskanal wurde eine MTBF[2]) von 870 Stunden und für das Antennensystem eine solche von 18 200 Stunden errechnet. Das Prüfkonzept sieht das Einkreisen von Fehlern auf der Ebene austauschbarer Baugruppen vor. Durch den Einbau von Überwachungs- und Selbstprüfschaltungen läßt sich die erforderliche Reparaturzeit auf ein Minimum reduzieren, so daß eine Verfügbarkeit der Gesamtanlage von über 99 % angegeben werden kann.

Die Reichweite der Anlage im Diversity-Betrieb beträgt bei Zielen mit einem Rückstrahlquerschnitt von 5 m², das entspricht Flugzeugen mittlerer Größe, mehr als 400 km.

[2]) MTBF ≙ Mean Time Between Failure

(Nach Unterlagen von AEG-Telefunken)

Egon Koch

# Tonrundfunkempfänger mit unzulässigen Frequenzbereichen

Im Frühjahr 1978 leiteten deutsche Staatsanwaltschaften Ermittlungsverfahren gegen Rundfunkteilnehmer ein, die Tonrundfunkempfänger gekauft hatten, welche neben den üblichen Wellenbereichen Lang-, Mittel- und Kurzwelle sowie dem UKW-Rundfunkbereich zusätzlich noch andere UKW-Bereiche aufwiesen. Daneben wurden auch die Käufer von UKW-Spezialempfängern für die kommerziellen UKW-Bereiche und von entsprechenden Bausätzen ermittelt.

## Tonrundfunkgenehmigung einst und heute

In der ersten „Genehmigung zum Betrieb einer Funkempfangsanlage zum Privatgebrauch" der Post aus dem Jahre 1924 stand deutlich, daß das Gerät nur den Wellenbereich von 250 m bis 700 m haben darf. In den Tonrundfunkgenehmigungen nach dem Krieg waren dagegen keine zulässigen Wellenbereiche mehr vorgeschrieben. Man konnte also die Geräte unbedenklich kaufen, wie sie der Handel anbot. Ab 1971 hatte die Bundespost die „Allgemeine Ton- und Fernsehrundfunkgenehmigung" eingeführt, veröffentlicht im Amtsblatt des BPM Nr. 176 vom 18. 12. 1970 und im Bundesanzeiger Nr. 234 vom 16. 12. 1970. Das bedeutete, daß man sich lediglich als Rundfunkteilnehmer zur Zahlung der Rundfunkgebühren anmelden mußte, die über Briefträger oder durch Bankabbuchung eingezogen wurden. Es gab also keine Genehmigungsurkunden mehr!

Den Inhalt der neuen Verfügung über die „Allgemeine Genehmigung" bekamen weder die bisherigen noch die neuen Teilnehmer von der DBP zugestellt, obwohl darin zwei sehr wichtige Auflagen enthalten sind. So heißt es im Abschnitt II.3: „Mit Ton- und Fernsehrundfunkempfängern dürfen nur Sendungen des Rundfunks empfangen werden, andere Sendungen (z. B. des Polizeifunks, des nicht öffentlich beweglichen Landfunks) dagegen nicht. Werden unbeabsichtigt andere Sendungen empfangen, so dürfen sie weder aufgezeichnet noch anderen mitgeteilt noch für irgendwelche Zwecke ausgewertet werden. Das Vorhandensein solcher Sendungen darf auch nicht anderen zur Kenntnis gebraucht werden."

Daß man den Polizeifunk nicht abhören darf, kann durch verschiedene Veröffentlichungen, u. a. über einschlägige Prozesse, als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Das Wesentliche in der „Allgemeinen Verfügung" ist jedoch die Auflage in Abschnitt II.1: „Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger müssen den ‚Technischen Vorschriften für Tonrundfunkempfänger' in ihrer jeweils geltenden Fassung entsprechen." Gegen diese Auflage haben alle jetzt ermittelten und teils bestraften Tonrundfunkteilnehmer verstoßen, weil ihre Geräte nicht den Vorschriften entsprachen.

Die heute noch gültigen „Technischen Vorschriften für Tonrundfunkempfänger" sind veröffentlicht im Amtsblatt des BPM Nr. 66 vom 21. 5. 1970 unter Verfügung Nr. 358/1970 und traten am 1. 7. 1971 in Kraft. Schon auf Grund ihres rein technischen Inhalts sind diese Vorschriften in erster Linie für die deutschen Gerätehersteller und Importeure ausländischer Tonrundfunkgeräte bestimmt, aber dem normalen Tonrundfunkteilnehmer kaum bekannt noch zugänglich geworden. Wichtig für den Rundfunkhörer ist auch der Abschnitt 1 (Empfangsbereiche), in dem es heißt: „Zulässige Frequenzabstimmbereiche: 145 kHz bis 30 000 kHz, 87,5 MHz bis 108 MHz." Eine bindende Vorschrift, daß für Tonrundfunkempfänger eine FTZ-Nummer erforderlich ist, besteht bis heute noch nicht, denn es steht unter Abschnitt 6:

„Für Tonrundfunkempfänger, die in einer Serienfertigung hergestellt werden, erteilt *auf Antrag* der Hersteller-, Vertriebs- oder Importfirmen das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ), Darmstadt, nach der FTZ-Richtlinie 529 Ri 2004 eine FTZ-Nr. wenn nachgewiesen wird, daß der betreffende Gerätetyp den ‚Technischen Vorschriften für Tonrundfunkempfänger' entspricht."

Es ist jedoch jedem Käufer eines Tonrundfunkempfängers dringend zu empfehlen, sich nur ein Gerät mit FTZ-Nr. anzuschaffen. Die Deutsche Bundespost betrachtet Tonrundfunkgeräte, die zu den oben genannten Frequenzbereichen, noch zusätzliche Bereiche haben, z. B. von 30 MHz bis 87,5 MHz (FS-Bereich I, 41. . .68 MHz) und/oder von 108 MHz bis 174 MHz bzw. Teilbereiche davon, als „Spezialempfänger", die nicht aufgrund der „Allgemeinen Tonrundfunkgenehmigung" betrieben werden dürfen. Kauft nun jemand einen Tonrundfunkempfänger mit den genannten zusätzlichen Frequenzbereichen und betreibt ihn aufgrund der

„Allgemeinen Tonrundfunkgenehmigung", so hat er gegen das Fernmeldeanlagengesetz (FAG) verstoßen, weil er entgegen den Bestimmungen des Gesetzes eine nicht genehmigte und nicht genehmigungsfähige Fernmeldeanlage betrieben hat, die geeignet ist, die Vertraulichkeit des gesprochenen Wortes von anderen Funkdiensten, z. B. Auto-Telefon, Polizeifunk, durch Abhören zu verletzen. Das gleiche gilt auch für die nicht genehmigungsfähigen, in Anzeigen angebotenen Empfangsgeräte, die nur die UKW-Bereiche 30. . .87,5 MHz und/oder 108. . .174 MHz haben und teils mit Sendersuchlauf ausgestattet sind. Wird der Betreiber ermittelt, so verhängen die Gerichte nach den neuesten Urteilen Bußgeld- oder Strafbescheide in Höhe von 150 bis 1200 DM, während der Händler wegen Beihilfe bestraft wird.

## Die Hörer waren kaum informiert

Umfragen ergaben, daß die Tonrundfunkteilnehmer in den letzten Jahren durch Programmzeitschriften, die Tagespresse, Rundfunk und Fernsehen sowie durch die DBP kaum informiert wurden, *welche Wellen- bzw. Frequenzbereiche ein Tonrundfunkempfänger nur haben darf, wenn er auf Grund der „Allgemeinen Tonrundfunkgenehmigung" betrieben wird.*

Seit 1977 werden die Gebühren von den Rundfunkanstalten und nicht mehr von der DBP eingezogen. In dem bei den Banken erhältlichen Anmeldeformular als Tonrundfunkteilnehmer und in der Anmeldebestätigung steht kein Wort, welche Frequenzbereiche ein Tonrundfunkempfänger nur haben darf. Der Programmdirektor der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich rechtlichen Rundfunkanstalten Deutschlands (ARD), Dietrich Schwarzkopf, schrieb auf eine diesbezügliche Anfrage am 20. 9. 1978 u. a.:

„. . . daß die Frequenzverteilung, ebenso wie die Zulassung von Rundfunkempfangsgeräten, ausschließlich Sache des Fernmelderechts und damit der Bundespost ist. Die Rundfunkanstalten haben damit nichts zu tun. Darüber hinaus besteht grundsätzlich keine Veranlassung, jedenfalls keine Rechtspflicht, Informationen darüber zu verbreiten, was fernmelderechtlich zulässigerweise empfangen werden darf."

Eine Befragung bei den zwei Programmzeitschriften mit den höchsten Auflagezahlen ergab, daß sie in den letzten fünf Jahren keine Veröffentlichungen über zulässige Frequenzbereiche bei Tonrundfunkempfängern gebracht haben. Eine davon wies auf einen Kurzbeitrag von 1975 hin, der sich mit dem Abhören von Polizeifunk und Seefunk und seine Folgen befaßte.

Bis vor kurzem sah man in Schaufenstern einzelner Radiogeschäfte in der Bundesrepublik nicht zulässige Empfänger, meist mit einem kleinen Schildchen „Exportmodell" versehen, das man in zweierlei Hinsicht auslegen kann. Einmal, daß das Gerät etwas Besseres ist, zum anderen, daß es für den Export bestimmt ist. Deutlicher klärt man die Käufer über die Unzulässigkeit der Inbetriebnahme in Deutschland nicht auf. Beim Versandhandel, der u. a. vielfach ausländische Erzeugnisse wegen ihrer niedrigen Preise verkauft, findet man in Anzeigen und Katalogen sowie nach Bezug auf den Rechnungen ebenfalls keinen Hinweis darauf, daß die Inbetriebnahme eines Tonrundfunkempfängers mit zusätzlichen UKW-Bereichen in Deutschland nicht zulässig, der Verkauf aber gestattet ist.

Keiner der befragten Hörer, darunter viele Blinde, die ja viel Radio hören, sowie Beschäftigte bei Rundfunkanstalten und sogar Verkäufer in renommierten Fachgeschäften wußte, welche Frequenz- bzw. Wellenbereiche ein Tonrundfunkempfänger haben darf, wenn er aufgrund der allgemeinen Genehmigung betrieben wird. Dagegen wußten alle, daß man den Polizeifunk nicht abhören darf. Nach Aufklärung der Befragten wurde dann meist die Frage gestellt: „Warum verbietet die Post nicht den Verkauf nicht zulässiger Geräte?

## Die Deutsche Bundespost informierte unzureichend

Damit die Medien die etwa 22 Millionen Tonrundfunkteilnehmer über derart wichtige Dinge informieren können, müssen sie aber erst einmal auch klar und kurz abgefaßte Informationen erhalten. Es konnte beim BPM jedoch lediglich *eine* Presseinformation mit dem Titel „Post warnt, *werben* für nicht genehmigungsfähige Funkgeräte ist gefährlich" aufgetrieben werden, die im April 1978 herausgegeben wurde. Sie richtet sich an Händler, wie die Überschrift schon sagt, und nicht an die Tonrundfunkteilnehmer. Wünschenswert wäre z. B. eine Broschüre, in der die Bestimmungen über die „Allgemeine Tonrundfunk- und Fernsehrundfunkgenehmigung" abgedruckt sind und die gleichzeitig auch angibt, welche Frequenzbereiche ein Tonrundfunkempfänger haben darf. Diese Broschüre müßte kostenlos an alle Haushalte verteilt werden, so wie man es bei Einführung der Postleitzahlen (1961) mit einem 368 Seiten umfassenden Büchlein tat, und könnte auch allen neuen Teilnehmern mit der schriftlichen Bestätigung der Anmeldung von der Gebühreneinzugszentrale der Rundfunkanstalten übersandt werden.

## Ermittlung der Käufer durch Staatsanwaltschaften

Im Frühjahr 1978 begann bei den Staatsanwaltschaften in der Bundesrepublik eine Aktion, die Käufer von nicht zulassungsfähigen Tonrundfunkempfängern, UKW-Spezialempfängern sowie von Bausteinen zum Selbstbau solcher Geräte ermitteln sollte. Man griff dabei allerdings zu Mitteln, deren Zulässigkeit angezweifelt werden muß. Die Einleitung solcher Ermittlungsverfahren darf nach § 152, Abs. 2, der StPo nur dann erfolgen, wenn zureichende tatsächliche Anhaltspunkte für eine Straftat vorliegen. Da aber Verkauf und Ankauf solcher Geräte nicht verboten sind, liegt weder beim Kauf noch beim Verkauf eine Straftat vor. Die Staatsanwaltschaften ließen zunächst die Geschäftsräume von Versandhändlern durchsuchen, die bevorzugt Nachrichtengeräte, also Tonrundfunkempfänger und UKW-Spezialempfänger, ausländischer Herkunft verkaufen, um die Adressen der Käufer solcher Geräte etwa bis zurück zum Jahr 1973 aus Kundenkarteien und Rechnungskopien zu ermitteln.

Die ermittelten Käufer wurden von der für sie zuständigen Staatsanwaltschaft durch Bevollmächtigte mit Hausdurchsuchungsbefehl zur Sache vernommen, es wurde nach den Empfängern gesucht und diese beim Auffinden beschlagnahmt. Nach § 15 des FAG macht sich aber nur der strafbar, der eine nicht genehmigte Fernmeldeanlage errichtet oder betreibt. Das gilt

also nicht, wenn das Gerät nicht angeschlossen ist, z. B. in einem Abstellraum steht. Inzwischen sollen aufgrund der Ermittlungen gegen mehr als 2400 Personen Verfahren laufen oder schon abgeschlossen sein. Die Bußgelder werden meist widerspruchslos bezahlt, weil ein Prozeß mit Anwaltskosten teurer kommen würde und man beim Verlieren als vorbestraft gilt. Die im Staats- oder Behördendienst stehenden Personen müßten gar mit Verlust ihrer Stellung rechnen. Die Verurteilten fühlen sich zu Unrecht bestraft, zumal sie durch die Medien, wie Hörfunk, Fernsehen, Programmzeitschriften usw., nicht über die bei Tonrundfunkempfängern zulässigen Frequenzbereiche informiert wurden. Personen, die diese Empfänger vorsätzlich zum Abhören des Polizeifunks, Autotelefons usw. benutzen wollen, kaufen die Geräte vermutlich bar beim Handel, so daß Name und Anschrift unbekannt bleiben.

Betroffen waren von der Aktion meist ahnungslose Käufer, wie folgender als Beispiel angezogener, besonders tragischer Fall beweist: Ein völlig erblindetes Ehepaar suchte beim örtlichen Fachhandel in einer Großstadt nach einem Tonrundfunkempfänger, der auch das Abhören des Fernsehtones gestattet. Ihnen empfahl man, einen in Anzeigen angebotenen Tonrundfunkempfänger mit dem zusätzlichen Frequenzbereich 108 MHz. . .174 MHz zu kaufen und diesen vom für das Fabrikat zuständigen Kundendienst auf das Fernsehband III hintrimmen zu lassen. Ein sehbehinderter Bekannter fand in einer Zeitschrift eine Werbung für ein solches Gerät und bestellte es 1975 im Auftrag der Erblindeten. Die Anschrift des Bestellers wurde in der beschriebenen Weise ermittelt, und er erhielt wegen Beihilfe nach § 15 des FAG eine Bußgeldstrafe von 150 DM; das dabei ebenfalls ermittelte erblindete Ehepaar mußte insgesamt 600 DM bezahlen. Und das, obwohl der Tonrundfunkempfänger wenig später wegen unzureichenden Fernsehtonempfangs von dem Ehepaar weiterverkauft wurde.

Besonders aufschlußreich ist die Art und Weise, wie die Staatsanwaltschaft das Verfahren behandelte. Hier heißt es in Form eines Briefes vom 4. 7. 1978: „Ihnen wird vorgeworfen, im Jahre 1975 . . . ein Vergehen des Verstoßes gegen das FAG begangen zu haben. Die Staatsanwaltschaft beabsichtigt mit Ihrer Zustimmung gemäß § 153 a, Abs. 1, der Strafprozeßordnung von der Anklageerhebung abzusehen, falls Sie innerhalb von 3 Wochen als Buße einen Geldbetrag in Höhe von je 300 DM entrichten (für Mann und Ehefrau getrennt). Ihre Zahlung gilt als Zustimmung zur Verfahrenseinstellung. Wenn Sie zur Vermeidung Ihrer Bestrafung fristgerecht zahlen, kann die Tat nicht mehr als Vergehen bestraft werden. Das Verfahren wird dann ohne weitere Mitteilung an Sie eingestellt werden." Dieser Bußgeldbescheid wurde nicht mit Zustellungsurkunde zugestellt; ein Brief kann aber verlorengehen, oder der Adressat befindet sich auswärts in längerem Urlaub.

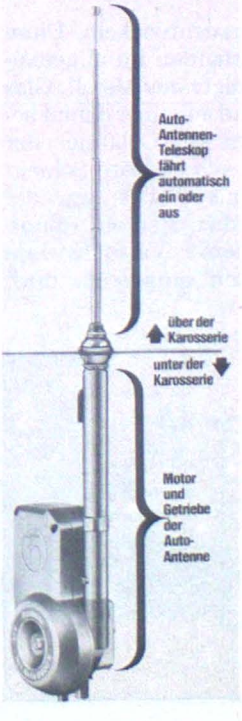
Es bleibt dem Leser überlassen, sich sein Urteil über das menschliche Verhalten dieses Staatsanwaltes gegenüber einem völlig erblindeten Ehepaar zu bilden. In einem solchen Fall hätte ein Staatsanwalt oder Richter „mit Herz" das Verfahren ohne Verhängung eines Bußgeldes eingestellt, zumal das Gerät nur kurzzeitig 1975 im Besitze der Beklagten war. Große Empörung über diesen Fall herrschte bei den Blinden der örtlichen Blindenlehrsanstalt, als sie von diesem Vorgang erfuhren.

Wenn aber, wie diese Ermittlungsaktion zeigt, Empfänger mit diesen unzulässigen Frequenzbereichen so gefährlich sind wie der Besitz von Schußwaffen, dann wäre es vor Jahren schon Pflicht der DBP gewesen, eine der folgenden Maßnahmen zu ergreifen:

- Den Verkauf dieser unzulässigen Empfangsgeräte in Deutschland gänzlich zu verbieten.
- Dem Handel nur gegen Vorlage einer besonderen Genehmigung der DBP (die natürlich nie erteilt wird) den Verkauf zu gestatten. Wird das Gerät ohne diese Genehmigung trotzdem verkauft, so wäre der Händler zu bestrafen.
- Ausreichende Informationsbroschüren an alle Tonrundfunk- und Fernsehteilnehmer abzugeben.

# Verbesserte Motor- und Automatik-Antenne

Eine wesentliche Verbesserung der neuen Motor-Antenne Hit Auta 8600 S und der Automatik-Antenne Hit Auta 8900 S von Hirschmann ist das stabile Druckgußgehäuse, in dem der Antrieb (bei der Automatik-Antenne auch der Endlagenschalter) sogar im Spritzbereich eines Rades zuverlässig vor Schäden, z. B. durch Steinschlag, geschützt ist (*Bild*). Da die Außenmaße gegenüber den Vorläufertypen im wesentlichen gleichgeblieben sind, können die neuen Antennen ebenfalls in sehr viele Wagen mit 12-V-Batterie eingebaut und im Bedarfsfall auch gegen die Vorläufer ausgetauscht werden.




Bei den Motor- und Automatik-Antennen Hit Auta 8600 S bzw. Hit Auta 8900 S ist der Antrieb in einem stabilen Druckgußgehäuse untergebracht

Die Motor-Antenne 8600 S wird mit Hilfe eines am Armaturenbrett eingebauten Handschalters aus- bzw. eingefahren. Bei der Automatik-Antenne erfolgt das Ein- bzw. Ausfahren dagegen selbsttätig, wenn das Autoradio ein- bzw. ausgeschaltet wird. Das fünfteilige, ca. 1 m lange Teleskop aus Edelstahl kann ausgetauscht werden, ohne die Antenne aus dem Wagen auszubauen. ■

## Berichtigung

### Überprüfung von CB-Geräten auf Einhalten der FTZ-Bestimmungen

*FUNKSCHAU 1978, Heft 18, S. 874*

In obigem Beitrag unterliefen uns leider drei kleine Fehler. Die Prüfbedingungen fordern einen Lastwiderstand von 50 Ω, nicht von 650 Ω. Bei Bild 3 muß noch erwähnt werden, daß die Maßstäbe horizontal 100 MHz/Teil und vertikal 40 dB sind. Bei der Messung der Senderausgangsleistung muß es richtig heißen: Bei N = 500 mW und m = 1 (100 %) ergibt sich somit eine Ausgangsleistung von 750 mW.

Prof. Walter Bruch

# Von der Tonwalze zur Bildplatte

## 100 Jahre Ton- und Bildspeicher

Man mußte sehr genau die zulässige Flächenbelastung des Wachses studieren und daraus die Daten für die zulässige Auflagekraft, die Rückstellkraft und die Massenbeschleunigungskräfte sowie die erforderliche Auflagefläche in der Rille bestimmen. Die statische Druckfestigkeit des Wachses beträgt bei 35 °C etwa 70 kg/cm². Damit das Wachs nicht zu hoch beansprucht wurde, und zwar sowohl im Rillengrund (Auflagekraft) als auch in der Rillenflanke (Massenbeschleunigungs- und Rückstellkraft), mußte die Nadel eine genau zum Rillenprofil passende Form haben. Während es vorher nicht möglich war, ein mit voller Amplitude geschnittenes Wachs im oberen Frequenzbereich ohne Zerstörung der Schallrille auch nur einmal abzuspielen, zeigen die Kurven in *Bild 171*, daß eine Beschädigung bei diesem neuentwickelten Wachstonabnehmer praktisch nicht mehr auftrat. Das gewählte Schreibsystem war ein sogenannter Zungenschreiber (*Bild 172*).

Obwohl die Aufnahmegeräte stark verkleinert wurden (*Bild 173*) und die Wachsplatte für den Rundfunkbetrieb keineswegs sehr praktisch war – sie ist schwer, umfangreich und zerbrechlich, für 4½ Minuten Aufnahmedauer mußte man ein Gewicht von nahezu 4 kg aufwenden –, hatte sie sich dennoch für die Speicherung von Rundfunkaufnahmen im großen Umfang durchgesetzt.

Für den beweglichen Einsatz mußte man jedoch nach einem leichteren Schallträger suchen. Vorarbeit hierfür hatten die Amateure geleistet, die für ihre Aufnahmen Schallfolien verwendeten. Solche Schallfolien gelang es dann auch für die Anforderungen des Rundfunks weiterzuentwickeln. Diese neuen Platten bestanden im allgemeinen aus einem Träger aus Metall, Glas oder Kunstharz und aus einer darauf befindlichen Schicht aus Gelatine oder Nitrolack. Da die schneidbare Schicht viel härter war als Wachs, war der Schneidstichel einer starken Abnutzung unterworfen. Versuchsweise wurden Diamanten eingesetzt, doch bald ging man wieder zu Stahlsticheln über, die nach jedem Schnitt ausgewechselt werden mußten. Die Geräte waren nun transportabel (*Bilder 174* und *175*).

Fast alle heute als Umschnitte auf Langspielplatten erhältlichen Reden aus der Hitlerzeit stammen von Wachsplatten oder Schallfolien. Ohne die Schallplatte hätten die Historiker nur die wenigen Begleittonaufnahmen zu Wochenschauen zur Verfügung, über die Schallplatte wurde ihnen ein ungeheuer vielseitiges Repertoire, später ergänzt durch das Tonband, überliefert.

Von den zwei im Kapitel über die Langspielplatte noch kurz zu beschreibenden Versionen abgesehen, wäre nun über die Technik der 78er-Schellackplatte das Wesentliche gesagt. Die „Kunstkommerzialisierung" mittels Schallplatte hat sich aber nicht so reibungslos vollzogen, wie man heute glauben möchte. Nur zwei Beispiele einer beginnenden Medienpolitik aus den dreißiger und vierziger Jahren seien herausgegriffen, eine Auseinandersetzung zwischen Rundfunk und Schallplattenindustrie in Deutschland sowie eine andere Auseinandersetzung zwischen der Gewerkschaft der Musiker und der Industrie in Amerika.

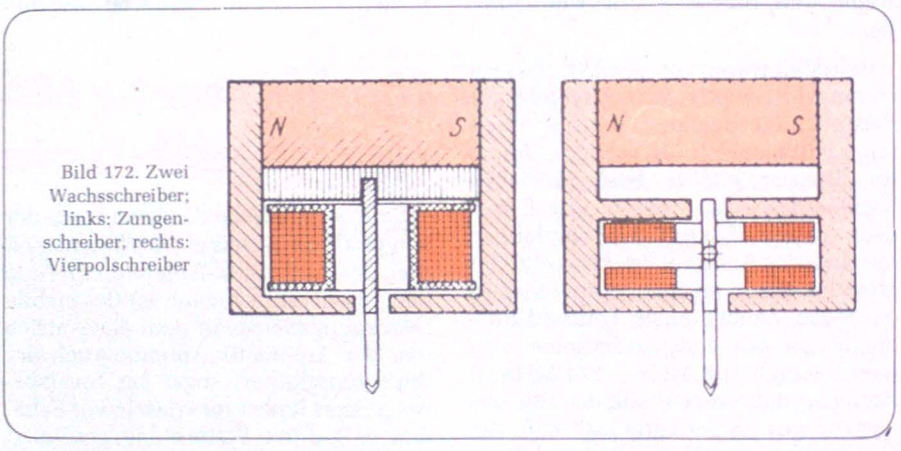



Bild 172. Zwei Wachsschreiber; links: Zungenschreiber, rechts: Vierpolschreiber

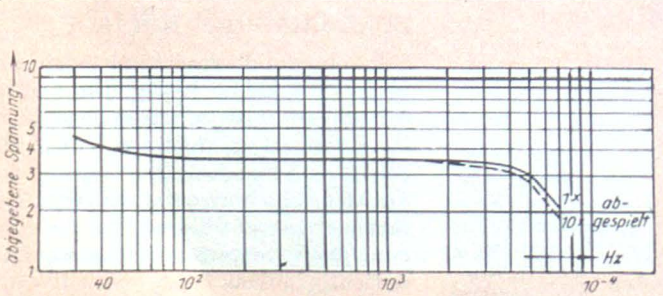



Bild 171. Frequenzgang des Tonabnehmers für Wachsplatten (erste und zehnte Abspielung)

Auch nachdem in der Wende zu den dreißiger Jahren die Weltwirtschaftskrise eingesetzt hatte, nahm in Deutschland die Zahl der zahlenden Rundfunkteilnehmer stetig zu, wenn auch die prozentuale Zunahme in den Jahren 1930 und 1931 im Vergleich zu den anderen Jahren etwas gedämpfter verlief. Die deutsche Schallplattenindustrie war der Meinung, daß sie durch den Rundfunk eine Minderung ihres Absatzes erlitten habe, obwohl dies sicher darauf zurückzuführen war, daß – eben wegen dieser Krise – der größte Teil der Käufer sich die Platten trotz Preissenkung nicht mehr leisten konnten. Gewiß, der Rundfunk brachte ein reichhaltiges Schallplattenprogramm mit nun bester elektromagnetischer Abtastung, beim Rundfunkhörer fielen der Plattenwechsel und vor allem der doch sehr lästige Nadelwechsel fort. Dafür machte der Rundfunk aber wiederum eine erhebliche Reklame für die Schallplattenfirmen, die sich diese schwerlich hätten leisten können, da das Fabrikat jeweils angegeben und nach dem Abspielen der Platte wiederholt wurde. Aus heutiger Sicht unverständlich: Ein Teil der Schallplattenhersteller erklärte im Jahr 1932 der Reichs-Rundfunkgesellschaft erstmals den „Krieg", sie sperrten die Plattenlieferungen, die bis dahin gratis erfolgten. Sicher sehr ungeschickt, denn die Steigerung des Plattenumsatzes bei den jenigen Produzenten, die an dieser Maßnahme nicht teilgenommen hatten, wie z. B. bei der Telefunken-Platte, bewies eindeutig die Werbewirkung des Rundfunks für die Schallplatte.

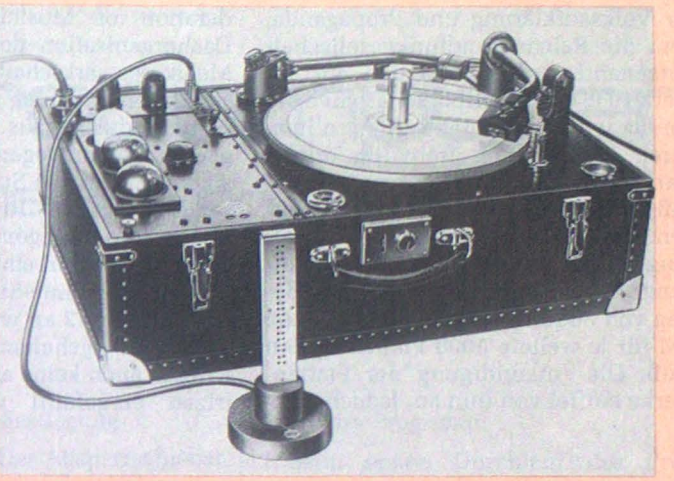


Bild 174. Ein Folienschneider als Koffer für Reportagezwecke, der auch als Spieler verwendbar ist. Dazu ist er mit dem Wachs- oder Folientonabnehmer ausgerüstet

Dieser erste Schallplattenkrieg wurde beigelegt, indem folgende Vereinbarungen getroffen wurden: Der Höchstumfang der Plattensendungen in jedem Sendebezirk sollte 60 Stunden pro Monat betragen, während er vorher ungefähr das Doppelte erreicht hatte. (Enorm, wie die Schallplatte schon kurze Zeit nach der Einführung der elektrischen Abtastung Eingang in den Rundfunk gefunden hatte, ein Beweis für die erreichte Perfektion der Technik!) Wann die Plattensendungen erfolgen sollten, wurde vertraglich nicht festgelegt, doch wurde bestimmt, daß während der zwei Stunden täglich, an denen Platten gesendet wurden, alle Fabrikate gleichmäßig berücksichtigt werden sollten. Die Programmauswahl sollte von der Reichs-Rundfunkgesellschaft zusammen mit der Industrie erfolgen. *Jedem Fabrikat sollte in jedem Sendebezirk jede Woche eine Stunden kostenfrei zu Werbezwecken zur Verfügung stehen* [86].

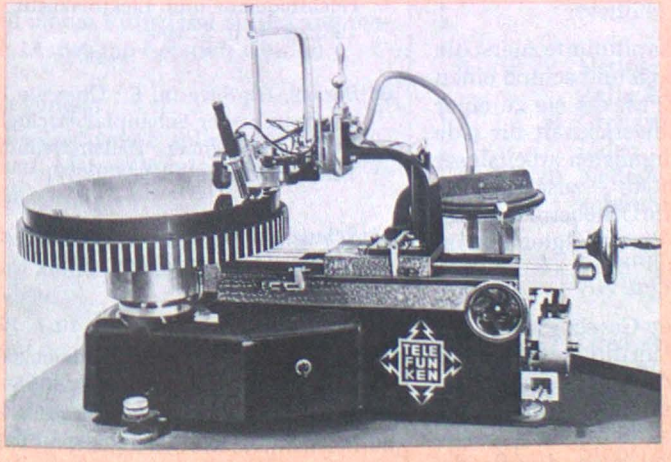



Bild 173. Kleiner transportabler Wachsplattenschneider (Telefunken, 1936)

Trotzdem kam es 1935 zum zweiten Schallplattenkrieg: Die sieben größten deutschen Firmen klagen auf Unterlassung der Plattensendungen. Daraufhin wurde von der Reichs-Rundfunkgesellschaft eine Versiegelung der Schallplattenarchive der Reichssender angeordnet, und somit wurde die Klage hinfällig. Nun klagten die Firmen auf Ersatz des Schadens, der ihnen in der Zeit zwischen der Klagezustellung am 8. April und der Versiegelung am 4. Mai entstanden sei. Die Schallplattenindustrie betonte zwar, daß sie nicht beabsichtige, dem Rundfunk die Sendungen von Platten überhaupt zu verbieten, aber sie verlangte eine angemessene Entschädigung. Im Laufe der vergangenen Jahre seien so große Verbesserungen gemacht worden, daß die Plattensendungen von Originaldarbietungen im Rundfunk nicht zu unterscheiden seien.

Die Klage der Industrie stützte sich einmal auf das Urheberrecht – da die Rundfunksendung nur bei Zustimmung des Berechtigten statthaft sei –, zum anderen auf das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb, denn es liege eine Ausbeutung fremder Arbeitslei-

stung vor [87]. In zwei Instanzen wurde geklagt. Ergebnis: Der Reichsminister für Volksaufklärung und Propaganda, dem die Reichs-Rundfunkgesellschaft unterstand, ordnete an, daß am 15. März 1936 die Schallplattenarchive der Sender wieder geöffnet werden sollten, deren Versiegelung freiwillig erfolgt war. Nachdem vereinbart worden war, daß der Rundfunk so viele Platten senden darf, wie er will, jedoch als Abgeltung dafür der Industrie für die Benutzung von 25000 Platten jährlich den Betrag von 300000 RM sowie von 60000 RM für je weitere 5000 Platten zahlen muß. Die Ankündigung der Plattenmarke entfiel von nun an, jedoch wurden diese Platten zur Unterscheidung von den von da an jetzt mehr oder mehr gesendeten eigenen Wachsaufnahmen der Reichs-Rundfunkgesellschaft als „Industrieschallplatten" angesagt. Erreicht hatte man nur, daß der Rundfunk angeregt wurde, seine eigenen Schallplattenaufnahmetechnik zu aktivieren; über die technischen Entwicklungen dafür haben wir berichtet.

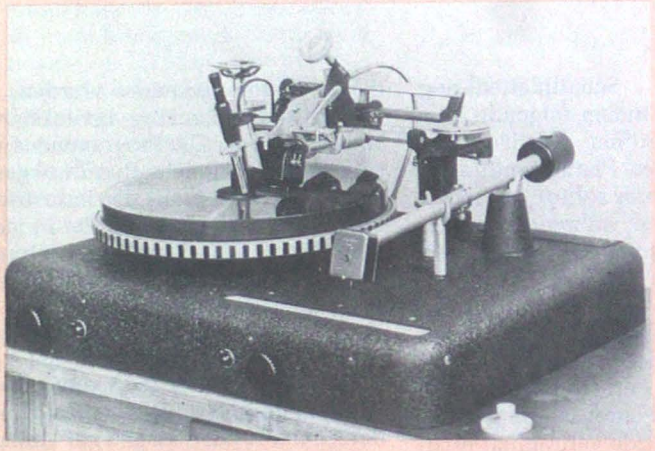


Bild 175. Die Firma Georg Neumann lieferte 1934 diese Kombination von Wachsplatten-schneider und -spieler

Acht europäische Länder lernten solche Prozesse der Schallplattenindustrie gegen den Rundfunk kennen. In Amerika dagegen waren derartige Auseinandersetzungen nicht nötig, da dort die beiden großen Sondernetze jener Jahre – NBC und CBS – mit den großen Plattenproduzenten liiert waren. Dafür hat es in Amerika zwei andere Auseinandersetzungen gegeben. Nach dem Kriegseintritt der USA, als ausländische Musiker nicht mehr nach Amerika geholt werden konnten, holte James C. Pedrillo, Präsident der American Federation of Musicians (AFM), der Dachorganisation der amerikanischen Musikergewerkschaften, zu einem entscheidenden Schlag gegen die Schallplattenindustrie aus. Er setzte als Gegenmaßnahme gegen die 400000 Musikboxen und die Schallplattenmusiksendungen des Rundfunks, beides Konkurrenzen gegen die direkten Musikaufführungen, einen totalen Schallplatten-Aufnahme-Streik durch. Vom 1. August 1942 an wurde dieser Streik strikt durchgehalten. Da wegen des Krieges auch keine ausländischen Matrizen eingeführt werden konnten, mußten die Schallplattenfirmen von ihren Lagern an unveröffentlichten Aufnahmen zehren und diese als Neuerscheinungen herausgeben.

Im Herbst 1943 kapitulierte zuerst die amerikanische Decca und schloß einen Vertrag mit der AFM, der sie zu einer Abgabe an die Gewerkschaft für jede verkaufte Platte zugunsten arbeitsloser Musiker verpflichtete – zusätzlich zu den Abgaben für die Urheberrechte. Columbia und RCA-Victor folgten erst im Sommer 1944 [88].

Das Taft-Hartley-Gesetz von 1947 machte die von Pedrillo erzwungenen Abgaben ungesetzlich. Dagegen löste er 1948 einen zweiten Schallplatten-Aufnahme-Streik aus, der aber weniger wirksam war, weil man damals die streikenden amerikanischen Musiker durch ausländische ersetzen konnte. Man einigte sich; es blieb bei einem Fond, dessen Verwaltung einen von beiden Seiten akzeptierten Delegierten übertragen wurde.

Die Prozesse und Streiks zeigen, welche Bedeutung das von den Technikern entwickelte Medium Schallplatte schon zu einer Zeit erlangt hatte, als nur die 78er-Platte mit einer maximalen Spielzeit von 4,5 bis 5 Minuten pro Plattenzeit zur Verfügung stand.

*(Fortsetzung folgt)*

**Literatur**


[78] *Reko, A.*: Das Makrophon. Phonographische Zeitschrift 8, 1907, S. 519.

[79] *Vogt, H.*: Die Verwendung des Phonographen zur Steuerung des Senders. Funk, 1924, Heft 28, S. 421.

[80] *Kellogg, E. W.*: Electrical Reproduction from Phonograph Records. A.I.E.E. Trans. 46, 1927, S. 903...912.

[81] *Rice, C. W.; Kellogg, E. W.*: A New Type of Hornless Loud Speaker. A.I.E.E. Trans. 44, 1925, S. 461.

[82] DRP 515 378 vom 1. 12. 1926: Allgemeine Elektricitätsgesellschaft in Berlin. Elektromagnetische Schalldose (USA-Priorität vom 1. Dezember 1925).

[83] *Buchmann, G.; Meyer, E.*: Elektr. Nachr. Techn. 7, 1930, S. 147.

[84] *Kluge, M.*: Frequenzgang und Plattenbeanspruchung von Tonabnehmern. Hochfrequenz und Elektroakustik 40, 1932, S. 55 u. S. 108.

[85] *Bartels, H.; Severin, E.*: Über die Entwicklung neuer Schallplattenschreiber und Tonabnehmer. Hausmitteilungen Telefunken Nr. 75, 1937, S. 27.

[86] *Schulz-Köhn,*: Die Schallplatte auf dem Weltmarkt. Dissertation, 1940.

[87] Völkischer Beobachter vom 10. 5. 1935.

[88] *Gelatt, R.*: The Fabulous Phonograph. Philadelphia und New York, 1954.

[89] *Reichard, R.*: Die Schallplatte als kulturelles und ökonomisches Phänomen – Ein Beitrag zum Problem der Kunstkommerzialisierung. Zürich, 1962.

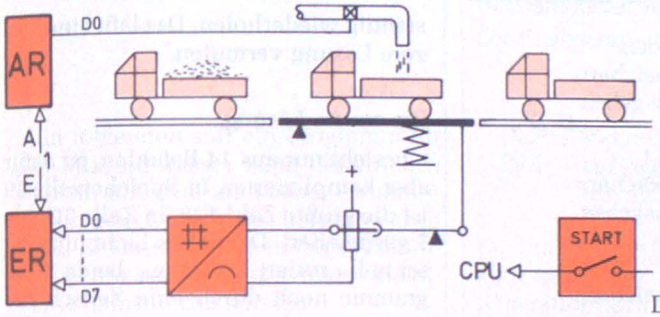
Hans Werner

# Mikrocomputer

## Eine kleine Einführung

8. Teil

### Einfache Waage




Eine einseitig gelagerte Plattform steht auf einer Feder und lenkt bei Belastung den Schleifer eines Potentiometers aus. Die Schleiferspannung soll proportional zur Gewichtsbelastung sein. Sie wird durch einen Analog-Digitalumsetzer in die Binärpegel D0...D7 umgesetzt, die am Eingangsregister des Mikrocomputers liegen.

Richtige Waagen in dieser Größenordnung sind, statt mit der Feder-Potentiometerkombination, mit Wägezellen ausgerüstet. Für die prinzipielle Betrachtung ist das gleichgültig. In beiden Fällen ist das Ausgangssignal eine Spannung, proportional zur Belastung.

*Problem*

Mit einem Füllrüssel sollen automatisch Lastwagen beladen werden.

*Bedingungen*

1. Alle Lastwagen sollen mit der gleichen Materialmenge beladen werden.
2. Das Eigengewicht der Laster (Tara) darf keinen Einfluß auf die Messung haben.

*Ablauf*

Das Lastauto fährt auf eine Plattform, der Fahrer drückt auf den Knopf START und der Absperrschieber öffnet sich automatisch. Nach dem Erreichen der gewünschten Materialmenge schließt der Schieber.

*Festlegung*

Der Absperrschieber wird durch das Ausgaberegister gesteuert.
D0=0: Schieber schließt
D0=1: Schieber öffnet

Die 0 soll in Zelle 27, die 1 in 28 und der Grenzwert (Füllmenge) in 26 gespeichert sein. AR,A und ER,E werden fest auf 1 gelegt.

```
                Start
0   LA 31   Tara T (leeres Auto)
            in den AC laden
1   SP 30   Tara T in Zelle 30
            speichern

2   LA 28   Zahl 1 in den AC
            laden
3   SP 31   Zahl 1 ausgeben:
            Absperrschieber auf

4   LA 31   Brutto B (Auto +
            Material) in AC laden
5   SU 30   Tara subtrahieren:
            Netto N =B-T

6   SP 29   Nettogewicht in
            Zelle 29 speichern
7   LA 26   Grenzwert in den AC
            laden
8   SU 29   Nettogewicht
            subtrahieren

9   JP  1   Sprung, wenn Inhalt
            AC ungleich 0

10  LA 27   Grenzwert erreicht:
            0 in AC laden
11  SP 31   Zahl 0 ausgeben:
            Absperrschieber zu
12  ST      Stop! Warten auf den
            nächsten Start
```

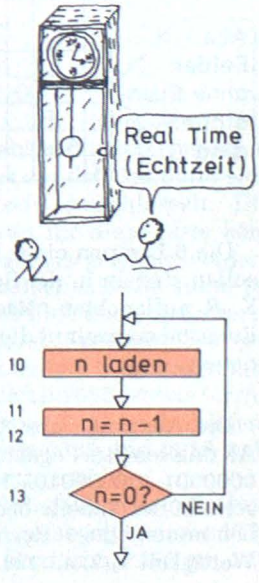
*Kritik am Programm*

1. Beim ersten Durchlauf des Programms ist die Schieberstellung nicht eindeutig definiert. Abhilfe: Programm mit den Befehlen LA 27, SP 31 beginnen.

2. Der Grenzwert darf nicht durch eine einzelne Zahl, sondern muß durch eine Toleranzzone definiert werden. Nur dann wird vermieden, daß evtl. die richtige Füllmenge vor oder nach Befehl 4 erreicht und somit der Sprungbefehl immer ausgeführt wird.

### Zeit-Schleife

Läßt man durch eine Programmschleife mehrmals die gleichen Befehle bearbeiten, vervielfacht sich die Laufzeit.

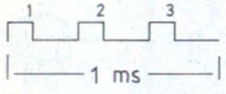


Auf diese Art können z. B. Wartezeiten oder Impulse bestimmter Dauer erzeugt werden. Mit der wirklichen Uhrzeit (Echtzeit) hat das natürlich nicht unbedingt zu tun.

Ein Speicherzelle wird als Zähler benutzt, die Anzahl n der gewünschten Programmdurchläufe gespeichert und bei jedem Durchlauf 1 substrahiert. Nach n Durchläufen ist die Zeitschleife abgearbeitet.

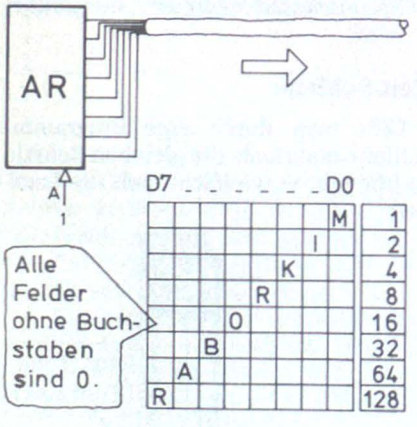
| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | LA 28 | Zahl n in | Speicher- |
| 9 | SP 30 | den Akku | belegung: |
| | | laden | (28) = |
| 10 | LA 30 | n in den | Anzahl der |
| | | Akku laden | Durchläufe |
| 11 | SU 29 | 1 subtra- | n |
| 12 | SP 30 | hieren | (29) = Zahl 1 |
| 13 | SP 9 | Ist n = 0? | |

Zahlenbeispiel: n = 100
Befehlszyklus = 1 ms




Die Schleife besteht aus 4 Befehlen, die 100 mal durchlaufen werden. Das ergibt eine Gesamtzeit von 400 ms.

**Lauflicht**



Die 8 Lampen einer Barbeleuchtung sollen einzeln in der Reihenfolge M, I, K...R aufleuchten. Nach dem letzten Buchstaben beginnt die Laufschrift von neuem.

Die Ausgänge des Ausgaberegisters AR müssen ihre Pegel nach dem Muster 0000001, 00000010...10000000 wechseln. In der Tabelle bedeuten Buchstaben immer eine 1. Rechts ist die binäre Wertigkeit 1, 2, 4...128 aufgetragen.

Der Befehlssatz des Computermodells hat keinen speziellen Schiebebefehl, mit dem eine 1 von Platz D0 bis D7 geschoben werden kann. Der Befehl kann leicht durch fortlaufende Additionen ersetzt werden, denn die Zahlenwerte verdoppeln sich ständig:

1
1 + 1 = 2
2 + 2 = 4
4 + 4 = 8
bis
64 + 64 = 128

```
LA 30    1 laden
SP 29    1 speichern
SP 31    1 ausgeben

AD 29    1 + 1
SP 29    2 speichern
SP 31    2 ausgeben

AD 29    2 + 2
SP 29    4 speichern
SP 31    4 ausgeben
  .
  .
  .
AD 29    64 + 64
SP 29    128 speichern
SP 31    128 ausgeben

JP       Rücksprung
```

Zuerst eine einfache Lösung des Problems. In Zelle 30 ist eine 1 gespeichert. Das Programm besteht aus 3 · 8 + 1 = 25 Befehlen, die sich zum großen Teil

ständig wiederholen. Das läßt eine kürzere Lösung vermuten.

*Die zweite Lösung...*

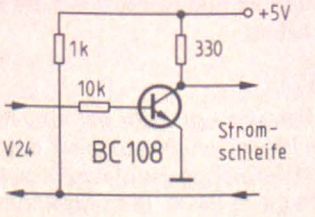
...besteht nur aus 14 Befehlen, ist dafür aber komplizierter. In Speicherzelle 29 ist die größte Zahl 128, in Zelle 30 eine 1 gespeichert. Damit das Licht nicht zu schnell rotiert, können beide Programme noch durch eine Zeitschleife ergänzt werden.

```
 0  LA 30   Zahl 1 in den Akku laden
 1  SP 28   Zahl 1 in 28 speichern
 2  SU 28
 3  SP 27   Zahl 0 in 27 speichern

 4  LA 27   Inhalt von 27 in Akku
 5  AD 28   1, 2, 4...64 addieren
 6  SP 27
 7  SP 28   Ergebnis speichern
 8  SP 31   1, 2, 4...128 ausgeben

 9  LA 29   Zahl 128 in Akku laden
10  SU 27   1, 2, 4...128 subtrahieren
11  JP  3   bei (AC) ungleich 0,
             nach 4
12  LA 30   damit (AC) ungleich 0
13  JP  0   nach 1 springen
```

*(Fortsetzung folgt)*

## So einfach ist es...

...eine RS-232-Schnittstelle mit einer 20-mA-Stromschleife zu verbinden, z. B. ein CT-64-Terminal mit dem Mikrocomputer KIM-1. Zwar ist die Pegelanpassung nicht ganz normgerecht – aber es funktioniert.



Walter Krautzig

# Ein Musik-Programm für den Computer

Was fängt man mit einem Computer an? Das fragt sich so mancher, der sich beispielsweise den 8080-Mikrocomputer nach der Artikelserie von Horst Pelka in der FUNKSCHAU (1977/78) nachgebaut hat. Gemeinhin stellt man sich unter solch einem Gesellen – wenn man das Ding personifiziert – einen seelen-, humor- und gefühllosen Rechenroboter vor. Das ist jedoch, wie bei uns Menschen auch, lediglich eine Sache der Erziehung – sprich: Programmierung.

Im folgenden soll ein Programm für den Mikroprozessor 8080 beschrieben werden, mit dem man seine erstaunlichen musischen Eigenschaften wecken kann. Er kann damit beliebige Melodien, bis hin zu anspruchsvollen, klassischen Solostücken spielen.

## Theoretische Grundlagen

Der Grundgedanke der Musikerzeugung durch den Computer ist denkbar einfach: Man veranlaßt ihn, per Programm in abwechselnder Reihenfolge High- und Low-Impulse definierter Länge an den niederwertigsten Ausgang ($D_0$) eines Ausgabekanals zu geben. Direkt über einen Kopfhörer oder über einen kleinen Verstärker am Lautsprecher kann man die Impulsfolge als Ton abhören. Da die zusammengesetzten Impulse eine Rechteckschwingung bilden, ist der Ton recht obertonreich und klingt angenehm.

Per Programm muß dem Computer die Schwingungsdauer (Tonhöhe) und die Tonlänge (Notenlänge) angegeben werden. Beide Zeiten müssen gleichzeitig in zwei ineinander verschlungenen Verzögerungsschleifen abgezählt werden. Die Schwingungsdauer (T) ist umgekehrt proportional der Tonfrequenz (f):

$$T = \frac{1}{f}$$

Wir brauchen die Schwingungsdauer der Halbschwingung, also

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{2f}$$

Um diese Halbschwingungsdauer abzuzählen, benutzen wir die kleinstmögliche Verzögerungsschleife, nämlich das Dekrementieren eines Registers bis auf Null:

```
DCR r   dekrementierte Register
JNZ     springe zurück, wenn Ergebnis nicht null
```

Da für die Ausführung jeden Befehls eine bestimmte Anzahl Taktperioden (Operationsschritte) gebraucht werden und die Taktfrequenz durch den an den Taktgenerator 8224 angeschlossenen Quarz bestimmt ist, läßt sich die Dauer eines Schleifendurchgangs exakt ermitteln.

Die Eigenfrequenz des von Horst Pelka vorgeschlagenen Quarzes beträgt 18,432 MHz. Die Taktfrequenz des Prozessors dann 18,432 : 9 = 2,048 MHz. Daraus folgt die Taktdauer oder Dauer eines Operationsschrittes

$$T_p = \frac{1}{2{,}048 \cdot 10^6} = 0{,}4883 \cdot 10^{-6}\ \text{s}$$

Es werden für DCR r 5 Operationsschritte und für JNZ 10 Schritte, insgesamt also 15 gebraucht.

Ein Schleifendurchgang dauert daher $15 \cdot 0{,}4883 \cdot 10^{-6} = 7{,}324 \cdot 10^{-6}$ s, also 7,324 millionstel Sekunden. Um z. B. den Kammerton a mit einer Frequenz von 440 Hz zu erzeugen, sind

$$\frac{1}{2 \cdot 440 \cdot 7{,}324 \cdot 10^{-6}} = 155{,}2$$

Schleifendurchgänge erforderlich. Nun sind jeweils nach jedem Beenden dieser Tonhöhenschleife eine Anzahl Befehle zu durchlaufen, nämlich das Dekrementieren und Zurückspringen für das Abzählen der Notenlänge sowie das Umschalten des Impulses. In der Programmfolge sind für diesen Programmteil die Operationsschritte angegeben. Diese Zeitverzögerung soll mit durchschnittlich 60 Operationsschritten = ca. 29,3 µs angenommen werden, weil ja nicht alle Schleifen bei jedem Impulswechsel durchfahren werden. Um diese Zeit zu kompensieren, werden die Durchgänge der Tonhöhenschleife um etwa 4 (= 29,3 : 7,324) vermindert. „Etwa" deswegen, weil ja nur ganzzahlige Durchgänge möglich sind. Es muß also die exakt berechnete Zahl der Durchgänge auf ganze Zahlen auf- oder abgerundet werden. Die dadurch bewirkte „Verstimmung" ist aber normalerweise nicht wahrnehmbar.

Aus Platzgründen wurde die Programm-Auflistung für den 8080 hier nicht abgedruckt. Interessenten erhalten sie gegen Einsenden eines Freiumschlages von der FUNKSCHAU-Redaktion, Postfach 37 01 20, 8000 München 37.

In der *Tabelle 1* ist für die Töne $c^1$ bis $f^3$, also $2\,^1/_2$ Oktaven, die Zahl der Schleifendurchgänge in Dezimal- und Hexadezimalzahlen angegeben. Die Hexadezimalzahl ist der Speicherinhalt in der Liste, aus der der Computer sich den Melodiecode entschlüsselt. Die Speicheradressen für diese Liste können natürlich anders gewählt werden. Die letzte Hexadezimalstelle sollte jedoch mit der Tabelle 1 übereinstimmen. Wird ein anderer Speicherblock gewählt, müssen lediglich im Programm die Befehle 052E und 0531 sowie für die Decodierung von Ton- und Pausenlänge die Befehle 0535 und 053A entsprechend geändert werden.

Es sei vermerkt, daß bei dem tiefsten Ton ($c^1$) etwas „gemogelt" wurde: FFH Schleifen sind für dezimal 257 um 2 zu

wenig. Aber dieser Ton muß von demjenigen, der das Programm noch erweitern will und dafür den 5-bit-Code 02 braucht, wie noch erklärt werden wird, herausgenommen werden.

Die *Tabelle 2* zeigt die entsprechende Speicherbelegung für das Decodieren der Noten- und Pausenlängen.

Der Ton, der am Ausgang $D_0$ zu hören ist, erklingt an $D_1$ um eine Oktave, an $D_2$ um zwei Oktaven tiefer. Durch einen einfachen Umschalter, für den als Hardware lediglich 3 Nandgatter mit 2 Eingängen (z. B. 7400) nötig sind, kann man den Ausgang zwischen $D_0$ und $D_2$ umschalten und den Tonumfang dadurch auf $4\,^1/_2$ Oktaven erweitern (*Bild 1*).

**Tabelle 2:**
**Decodierliste und Speicherplatzbelegung für Noten- und Pausenlängenzahlen**

| Notenlängen dezim. | (Pausen-)zahl hexadez. | Speicher Adresse | Note oder Pause | 3-bit-Code |
|---|---|---|---|---|
| 04 | 04 | 04C1 | 1/16 | 01 |
| 08 | 08 | 04C2 | 1/8 | 02 |
| 12 | 0C | 04C3 | 3/16 | 03 |
| 16 | 10 | 04C4 | 1/4 | 04 |
| 24 | 18 | 04C5 | 3/8 | 05 |
| 32 | 20 | 04C6 | 1/2 | 06 |
| 48 | 30 | 04C7 | 3/4 | 07 |

## Die Melodieliste

Die Töne, Pausen und besonderen Spielanweisungen werden dem Computer als Folge von 8-bit-Speicherworten eingegeben, die durch das eigentliche Ablaufprogramm gelesen und decodiert werden.

Das erste Wort dieser Liste ist stets die Angabe der Anzahl der Durchgänge (Strophen), die als Hexadezimalzahl eingegeben wird. Es folgt als 2. und 3. Wort die Anweisung für das gewünschte Tempo. Es besteht aus 0C, dem Code für „Tempo" und nachfolgend der das Tempo bestimmenden Zahl. 0C 10 bedeutet, daß pro Minute etwa 120-$^1/_4$-Noten gespielt werden. Zu größeren Zahlen hin wird das Tempo langsamer; es kann im Verlauf des Musikstücks durch Einfügung neuer Tempoanweisungen beliebig oft gewechselt werden.

Nach diesen ersten 3 Listenworten folgen entsprechend der Melodie die Codeworte für die einzelnen Noten und Spielanweisungen.

Das 8-bit-Speicherwort setzt sich zusammen aus den oberen 5 Bits ($D_3$...$D_7$) als Code für die Tonhöhe und den unteren 3 Bits ($D_0$...$D_2$) als Code für die Noten- bzw. Pausenlänge. Ausgenommen sind der 5-bit-Code 0000, der „Pause" bedeutet, wobei die nachfolgenden 3 Bits die Pausenlänge angeben, und der Code 00001, den der Computer als Spielanweisung interpretiert. Die Art der Anweisung ist in den folgenden 3 Bits enthalten. In *Tabelle 3* sind die 8 möglichen Spielanweisungen aufgeführt und erklärt. Der Code 00010 ist im Programm für zusätzliche Spielanweisungen freigehalten (Dynamik, Klangformung), um die sich der Anwender das Programm selbst erweitern kann. Der Sprungbefehl 052B, welcher diese Decodierung jetzt überspringt, braucht dann nur geändert zu werden. Der Ton $c^1$ (bzw. C im Baß), der jetzt durch 00010 codiert wird, fällt dann weg.

Die Angaben in der letzten Spalte der Tabellen 1 und 2 sollen die Zusammensetzung der 5 + 3 bit zu der hexadezimalen Schreibweise von 4 + 4 bit erleichtern. Hat der Code in Tabelle 1 als Einer eine Null, so bedeutet das, daß der 5-bit-Code als unterstes Bit 0 hat. Es braucht dann der Zehnerstelle aus Ta-

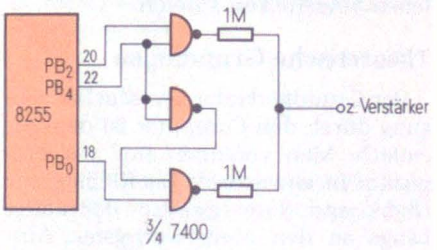



Bild 1. Notwendige Hardware für die Baß-Umschaltung

**Tabelle 1: Umrechnung der Tonfrequenzen auf Tonhöhenzahlen und Belegung der Decodierliste**

| Ton | Frequenz | Schleifenzahl | Tonlängenzahl dezim. | hexadez. | Speicher Adresse | Ton | 5-bit-Code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $c^1$ | 261,6 | 261 | 257 | FF | 04A2 | $c^1$ | 10 |
| cis | 277,2 | 246,3 | 242 | F2 | 04A3 | cis/des | 1+ |
| d | 293,7 | 232,4 | 228 | E4 | 04A4 | d | 20 |
| dis | 311,1 | 219,4 | 215 | D7 | 04A5 | dis/es | 2+ |
| e | 329,6 | 207,1 | 203 | CB | 04A6 | e | 30 |
| f | 349,2 | 195,5 | 192 | C0 | 04A7 | f | 3+ |
| fis | 370 | 184,5 | 181 | B5 | 04A8 | fis/ges | 40 |
| g | 392 | 174,2 | 170 | AA | 04A9 | g | 4+ |
| gis | 415,3 | 164,4 | 160 | A0 | 04AA | gis/as | 50 |
| a | 440 | 155,2 | 151 | 97 | 04AB | a | 5+ |
| ais | 466,2 | 146,4 | 142 | 8E | 04AC | ais/b | 60 |
| h | 493,9 | 138,2 | 134 | 86 | 04AD | h | 6+ |
| $c^2$ | 523,2 | 130,5 | 127 | 7F | 04AE | $c^2$ | 70 |
| cis | 554,3 | 123,2 | 119 | 77 | 04AF | cis/des | 7+ |
| d | 587,3 | 116,2 | 112 | 70 | 04B0 | d | 80 |
| dis | 622,2 | 109,7 | 106 | 6A | 04B1 | dis/es | 8+ |
| e | 659,3 | 103,5 | 100 | 64 | 04B2 | e | 90 |
| f | 698,5 | 97,7 | 94 | 5E | 04B3 | f | 9+ |
| fis | 740 | 92,3 | 88 | 58 | 04B4 | fis/ges | A0 |
| g | 784 | 87,1 | 83 | 53 | 04B5 | g | A+ |
| gis | 830,7 | 82,2 | 78 | 4E | 04B6 | gis/as | B0 |
| a | 880 | 77,6 | 74 | 4A | 04B7 | a | B+ |
| ais | 932,3 | 73,2 | 69 | 45 | 04B8 | ais/b | C0 |
| h | 987,8 | 69,1 | 65 | 41 | 04B9 | h | C+ |
| $c^3$ | 1046,5 | 65,2 | 61 | 3D | 04BA | $c^3$ | D0 |
| cis | 1108,7 | 61,6 | 58 | 3A | 04BB | cis/des | D+ |
| d | 1174,7 | 58,2 | 54 | 36 | 04BC | d | E0 |
| dis | 1244,5 | 54,9 | 51 | 33 | 04BD | dis/es | E+ |
| e | 1318,5 | 51,8 | 48 | 30 | 04BE | e | F0 |
| f | 1396,9 | 48,9 | 45 | 2D | 04BF | f | F+ |

belle 1 nur die Einerstelle aus Tabelle 2 angehängt zu werden, um den 8-bit-Code zu erhalten. Steht als Einer in Tabelle 1 ein +, bedeutet das eine 1 als unterstes der 5 Bits. Dann muß dem 3-bit-Code hexadezimal 8 hinzuaddiert werden. Ein Beispiel:

$^1/_4$-Note $e^1$ : 30 + 04 = 34; $^1/_4$-Note $f^1$ : 3+ + 04 = 3C. Das letzte Speicherwort der Melodieliste muß immer OF lauten.

## Das Programm

Man sollte ein umfangreicheres Programm immer in möglichst kleine Teilprogramme gliedern. Es wird dann überschaubarer, und die Fehlersuche wird erleichtert (*Bild 2*).

Die einzelnen Programme sind hier lediglich in Form von Flußdiagrammen dargestellt. Dem Anwender, der das Programm direkt übernehmen kann (notwendiges System: 8080-Konfiguration wie in der FUNKSCHAU-Serie „Praxis mit Mikroprozessoren"), sendet die Redaktion gerne eine komplette Auflistung des Quellen- und Objektcodes zu.

In *Tabelle 4* sind die einzelnen RAM-Speicherplätze aufgelistet. Im Computer des Verfassers steht das Programm im CMOS-RAM, der von 0400...07FF reicht. Der Arbeitsspeicher mit 1 KByte RAM reicht von 8000...83FF.

Die Anfangsadresse der Melodieliste muß „von Hand" in das Speicherzellenpaar 8000/8001 geschrieben werden, und zwar das niederwertigste Byte nach 8000.

## Leitprogramm „Legato"

Das Registerpaar HL wird als Zeiger auf die Anfangsadresse der Melodieliste gesetzt. Die Strophenzahl wird gelesen, und HL wird umregistriert auf die Adresse 83D6, wo die Strophenzahl gespeichert wird. In 056C wird HL auf 83D7 erhöht. Diese Speicherstelle wird im Programm mehrere Male gebraucht. Durch die hier angewandte indizierte Adressierung über HL werden Programmspeicherstellen gespart. Das Re-

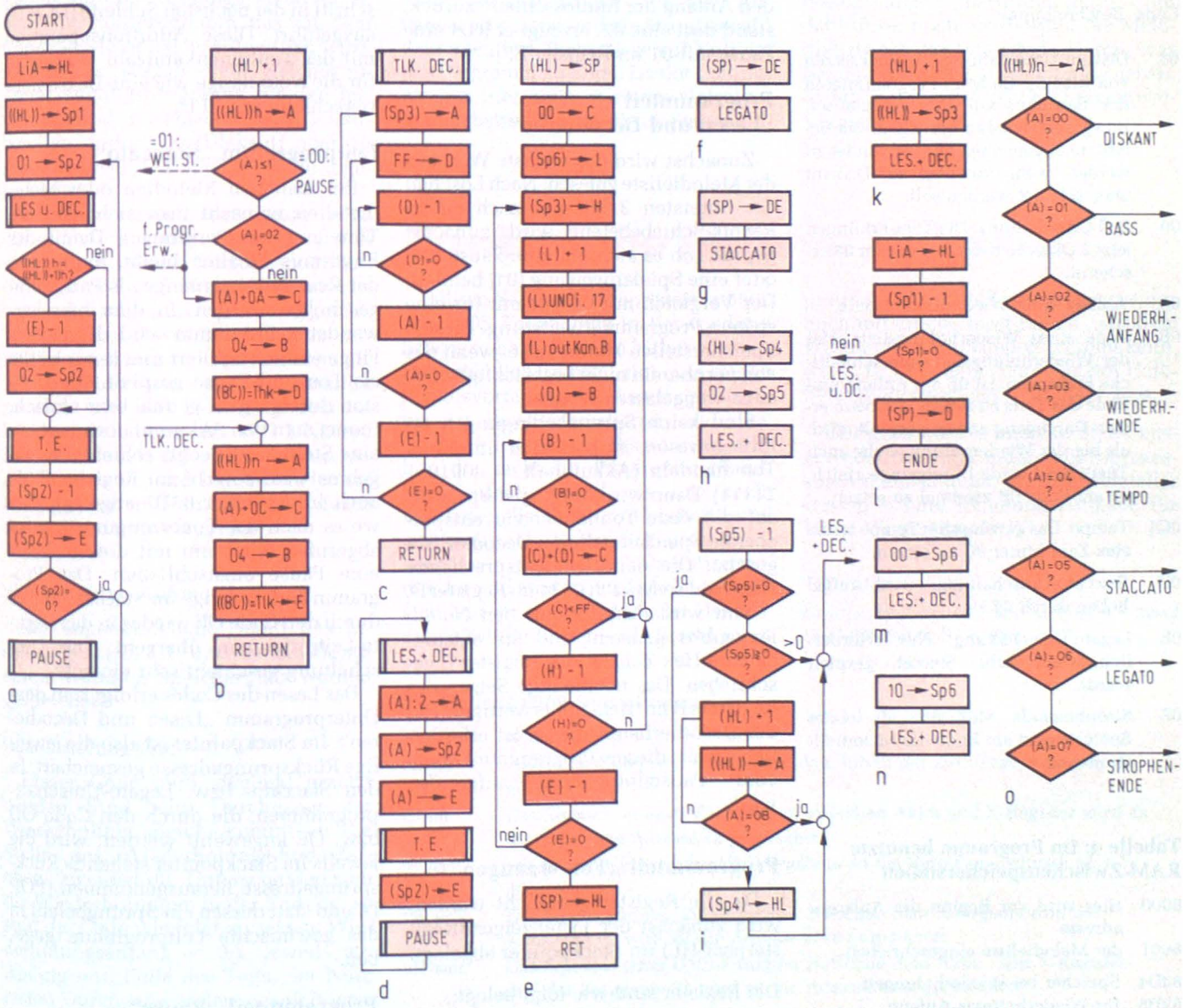



Bild 2. Flußdiagramme der einzelnen Teilprogramme: Legato (a), Lesen und Decodieren (b), Pause (c), Staccato (d), Tonerzeugung (e), Umschalten auf Legato (f), Umschalten auf Staccato (g), Wiederholungsanfang (h), Wiederholungsende (i), Tempo (k), Strophenende (l), Diskant-Umschaltung (m), Baß-Umschaltung (n) und Weichenstellung (o). Die Arbeitsspeicher enthalten die Information für die Strophenzahl (Sp 1), für verschiedene Konstanten (Sp 2), den Tempo-Koeffizienten (Sp 3), den Listenstand bei Wiederholungsbeginn (Sp 4), eine Konstante im Wiederholungsprogramm (Sp 5) und das Impulswort (Sp 6). LiA ist die Anfangsadresse der Melodieliste, und mit SP ist der letzte Inhalt des Kellerspeichers (Stack) bezeichnet. Index h bezeichnet die 5 höherwertigen Bits (D7...D3) des vom Register HL adressierten Listenworts, Index n entsprechend die niederwertigen Bits (D2...D0)

gisterpaar HL kann durch die XTHL-Operation abwechselnd auf die Melodieliste und die Speicherstelle 83D7 gesetzt werden.

Bei 056F steht HL wieder auf der Anfangsadresse der Melodieliste. Es wird jetzt das Lese- und Decodierprogramm aufgerufen. Zunächst soll aber das Leitprogramm weiter besprochen werden: Der Rücksprung erfolgt erst, wenn der erste Ton gelesen und decodiert worden ist. Das Lesen und Decodieren geht nun so schnell, daß die Töne ohne hörbare Pause ineinander übergehen. Kommen in der Melodie mehrere Töne der gleichen Höhe hintereinander vor, so würden diese ineinander verlaufen und als ein langer Ton zu hören sein. Daher muß der Computer prüfen, ob die Tonhöhe des gerade decodierten sich von dem nächstfolgenden unterscheidet. Wenn nicht, muß er den ersten Ton etwas kürzer spielen und die gekürzte Zeit als Pause anhängen. Dazu vergleicht er durch eine Exclusiv-Oder-Funktion und Abtrennen der untersten 3 bit, ob die beiden Tonhöhen gleich sind. Wenn ja, wird die Notenlängenzahl im Register E um 1 vermindert und in den Speicher 83D7 statt der dort stehenden 1 eine 2 geschrieben. Nach Durchlaufen des Tonerzeugungsprogramms wird Speicherstelle 83D7 dekrementiert. Stand dort 01, springt er an den Anfang der Endlosschleife zurück; stand dort eine 02, erzeugt er jetzt eine Pause mit 01 im Register E.

**Tabelle 3: Die acht Spielanweisungen**

| Code | Beschreibung |
|---|---|
| 08 | Diskant-Umschaltung = Rücksetzen von Bit $PB_4$. Da beim Programmieren des Bausteins alle Bits automatisch rückgesetzt werden, braucht dieser Befehl im allgemeinen nur verwendet zu werden, wenn von Baß auf Diskant umgeschaltet werden soll. |
| 09 | Baß-Umschaltung. Die Töne erklingen jetzt 2 Oktaven tiefer, bis wieder 08 erscheint. |
| 0A | Anfang eines Wiederholungsteils. |
| 0B | Ende eines Wiederholungsteils. Hat der Wiederholungsteil unterschiedliche Endungen, ist 0B am Anfang und Ende des Teils zu setzen, der beim ersten Durchgang anders gespielt wird, als bei der Wiederholung (siehe auch Text). Sind beide Durchgänge gleich, ist am Ende 0B zweimal zu setzen. |
| 0C | Tempo. Das gewünschte Tempo ist als Hex-Zahl hinter 0C zu setzen. |
| 0D | Staccato-Umschaltung, wird aufgehoben durch 0E. |
| 0E | Legato-Umschaltung. Nur erforderlich, wenn vorher Staccato gespielt wurde. |
| 0F | Strophenende. Muß stets als letztes Speicherwort am Ende der Melodieliste stehen. |

**Tabelle 4: Im Programm benutzte RAM-Zwischenspeicherstellen**

| | |
|---|---|
| 8000 | Hier wird vor Beginn die Anfangsadresse |
| 8001 | der Melodieliste eingeschrieben |
| 83D4 | Speicher bei Wiederholungen |
| 83D5 | für Wiederholungs-Anfang |
| 83D6 | Strophenzahl |
| 83D7 | intern. Zwischenspeicher |
| 83D8 | Speicher für Ausgabe-Byte |
| 83F4 | Zwischenspeicher bei Wiederholung |
| 83F5 | Tempo |

## Programmteil „Lesen und Decodieren"

Zunächst wird das nächste Wort aus der Melodieliste gelesen. Nach Löschen der untersten 3 bit und nach einem Rechts-Schiebebefehl wird zunächst geprüft, ob es sich um eine Pause (00) oder eine Spielanweisung (01) handelt. Der Vergleich mit 02 gilt nur für eine spätere Programmerweiterung. Diese 5 Speicherstellen können also, wenn das von vornherein nicht beabsichtigt wird, auch weggelassen werden.

Sind keine Sprungbedingungen erfüllt gewesen, muß es sich um einen Ton handeln (Akkuinhalt = 00010 – 11111). Dann wird das Registerpaar BC auf die dem Tonhöhencode entsprechende Speicherstelle der Decodierliste gesetzt. Die dem Ton entsprechende Hex-Zahl steht nach 0534 im Register D.

Nun wird dasselbe mit den Notenlängenbits gemacht und die entsprechende Hex-Zahl in das Register E geschrieben. Das nochmalige Setzen des Registers B mit dem höherwertigen Teil der Decodierlistenadresse ist erforderlich, weil dieser Programmteil auch vom Pausenprogramm aufgerufen wird.

## Programmteil „Ton erzeugen"

Da alle Register gebraucht werden, wird zunächst der Listenzeiger (Registerpaar HL) im Stackpointer abgelegt.

Die Register sind wie folgt belegt:

B: Dekrementierregister für die Tonhöhenschleife
C: Summenregister für die Addition der Tonhöhenzahl
D: Speicher für die Tonhöhenzahl
E: Dekrementierregister für die decodierte Notenlängenzahl
H: Dekrementierregister für den Tempo-Koeffizienten
L: Speicherregister für den Tonimpuls.

Im übrigen besteht dieser Programmteil aus Verzögerungsschleifen, deren Funktionsweise als bekannt vorausgesetzt werden kann. Da hier zwei Zeitverzögerungen gleichzeitig arbeiten müssen, ist es wichtig, wie beide miteinander verbunden werden. Nach jedem Beenden der Tonhöhenschleife wird die Tonhöhenkennzahl in das Register C addiert. Bei Überlauf über FFH, also wenn nach einer Addition das Carrybit gesetzt ist, wird ein Dekrementierschritt in der nächsten Schleife (DCR H) ausgeführt. Diese Additionsoperation mit der Tonhöhenkennzahl wirkt also für die Notenlänge wie eine Dekrementierschleife mit FFH.

## Leitprogramm „Staccato"

Bei manchen Melodien oder Melodieteilen wünscht man sich, daß die Töne nur kurz erklingen. Damit der Rhythmus erhalten bleibt, muß dann der Rest der Notenlänge als Pause eingeschoben werden. In dem hier verwendeten Programm wird die Notenlänge einfach halbiert und je zur Hälfte als Ton und Pause gespielt. Die Division durch 2 geht ja dual sehr einfach, indem man den Akkumulatorinhalt um eine Stelle nach rechts schiebt. Das Ergebnis wird sowohl im Register E als auch im Speicher 83D7 abgelegt, von wo es nach der Tonerzeugung wieder abgerufen wird, um mit diesem Wert eine Pause anzuschließen. Das Programm läuft so lange im Staccato, bis es durch den Code OE wieder in das Legato-Leitprogramm übergeht. Die Umschaltung geschieht sehr einfach:

Das Lesen des Codes erfolgt ja in dem Unterprogramm „Lesen und Decodieren". Im Stackpointer ist also die jeweilige Rücksprungadresse gespeichert. In den Staccato- bzw. Legato-Umschaltprogrammen, die durch den Code OD bzw. OE angewählt werden, wird die jeweils im Stackpointer stehende Rücksprungadresse herausgenommen (POP D) und statt dessen ein Sprungbefehl in das gewünschte Leitprogramm gegeben.

## Programmteil „Pause"

Dieser Programmteil wird einmal als Unterprogramm aufgerufen und muß also mit einem RET-Befehl enden. Zum anderen wird das Programm durch die Pausencodes aus der Melodieliste

durch den bedingten Sprungbefehl angewählt. Hierbei muß am Ende des Programmteils durch einen Sprungbefehl zurückgesprungen werden. Die Pause selbst wird, wie man leicht sieht, durch eine 3fache Dekrementierschleife erzeugt. Es werden abgezählt: im Akkumulator der Tempokoeffizient, im Register E die decodierte Pausenlängenzahl und im Register D die Zahl FFH.

### Die Teilprogramme für Spielanweisungen

Die Schaltung für die elektronische Umschaltung von Diskant auf Baß ist in Bild 1 dargestellt. Das Potential von $D_4$ des Ausgangskanals schaltet entweder $D_0$ (Diskant) oder $D_2$ (Baß) des gleichen Kanals auf den Ausgangsverstärker. In dem Umschaltprogramm, das von dem Code der Melodieliste aufgerufen wird, ist also das Ausgabe-Byte, welches im Tonerzeugungsprogramm für den Impulswechsel ausgegeben wird, vorzubereiten, indem 00 (Diskant) oder 10 (Baß) in eine RAM-Speicherstelle abgelegt wird.

Im Tonerzeugungsprogramm wird dieses Byte aus dem Speicher geholt und zur schnelleren Verfügbarkeit nun im Register L aufbewahrt. Der Impulswechsel erfolgt durch jedesmaliges Inkrementieren dieses Bytes. Um zu verhindern, daß nun der Überlauf beim 16. Inkrementierschritt das Umschaltbit zerstört, wird das Byte nach dem Inkrementieren noch mit 17H UNDiert. Dadurch bleiben $D_0$... $D_2$ und $D_4$ unverändert, aber $D_3$ wird immer wieder auf Null gesetzt und ein Überlauf durch dieses Bit damit verhindert.

*Wiederholung-Anfang*

Der augenblickliche Stand des Listenzeigers (Rp. HL) und die Zahl 02 auf einem weiteren Speicherplatz werden gespeichert.

*Wiederholung-Ende*

Dieser Code muß zweimal gesetzt werden. Sind beide Durchgänge der Wiederholung gleich, kommt an die Stelle des Wiederholungs-Ende-Zeichens zweimal 0B. Unterscheiden sich die Wiederholungen in der Endung, so sind die Code wie folgt zu setzen: Wiederholungsanfang = 0A, jeweils am Anfang und Ende des Teils, der beim ersten Durchgang anders gespielt werden soll als beim zweiten Durchgang, einmal 0B.

Im Programm wird beim ersten Durchgang die gespeicherte Zahl 02 geholt und dekrementiert. Das Ergebnis ist positiv, es wird also das Programm mit dem nächsten Listenwort fortgesetzt. Beim zweiten Erscheinen von 0B ist das Ergebnis des Dekrementierens Null. Dann wird HL auf den am Wiederholungsanfang gespeicherten Anfangswert gesetzt, und es beginnt die Wiederholung.

Beim Wiedererreichen des ersten 0B – jetzt der dritte Durchgang durch den Programmteil – ist das Ergebnis des Dekrementierens negativ, beide Sprungbedingungen sind also nicht erfüllt. In einer Schleife wird in der Melodieliste das nächste „0B" gesucht und dort in der Melodieliste fortgefahren.

### Strophenende

Beim Erreichen von „Strophenende" wird der Listenzeiger auf den Anfangswert gesetzt und die Strophenzahl dekrementiert. Steht diese auf Null, ist das Programm zu Ende. Da der Computer sich hier noch in einem Unterprogramm befindet, wird die im Stackpointer stehende Rücksprungadresse gelöscht (POP D). Dann kann je nach der Organisation des Anwendergeräts ein HALT-Befehl oder ein Sprungbefehl kommen. Beim Verfasser bewirkt der RET-Befehl am Ende eines Anwenderprogramms automatisch die Rückkehr in das Monitorprogramm.

### Schlußbemerkung

Die Programmierung des Ausgabekanals oder der Ausgabekanäle muß der Anwender nach seinen eigenen Erfordernissen vornehmen. Ein so umfangreiches Programm läuft natürlich selten auf Anhieb. Die Aufteilung in Teilprogramme erleichtert aber die Fehlersuche, weil man die verschiedenen Funktionen einzeln überprüfen kann. Zum Schluß sei noch als Beispiel die Melodieliste für das Volkslied „Horch, was kommt von draußen rein" angegeben. In ihr kommen sämtliche Spielanweisungen vor.

# Zusätzliche Befehle beim 6502

Sollten Sie den Mikroprozessor 6502 von MOS Technology in Verwendung haben, so haben Sie ihn bisher vermutlich erheblich unterschätzt, was seinen Befehlsvorrat angeht. Wegen der Struktur der Befehlsdecodierung auf dem Chip werden manche Hexadezimalzahlen, die nicht im Programmierhandbuch enthalten sind, als u. U. recht nützliche Befehle interpretiert und ausgeführt. Sie stellen Bitmuster-Kombinationen „offizieller" Operationscodes dar und sind in der *Tabelle* aufgelistet. Nur eines noch: Manche Hexadezimal-Zahlen führen – als Befehl interpretiert – dazu, daß der Prozessor nur noch mit einem Reset-Befehl „aus dem Weltraum" zurückgeholt werden kann, wie z. B. 12 Befehle, deren letztes Halbbyte (niederwertiges „Nibble") 2 ist.

Übrigens wäre es interessant, herauszufinden, ob auch andere Mikroprozessoren mehr können, als ihre Hersteller wissen – eine lohnende Aufgabe für lange Winterabende. *Fe.*

### Literatur

*Gordon, H. T.*: The XF and X7 Instructions of the MOS 6502. Byte, Dez. 1977.

**Zusätzliche 6502-Operationscodes**

| *Hex-Code* | *Wirkung* |
|---|---|
| A7 aa | Akku und X-Register werden mit dem Inhalt der Zero-Page-Adresse aa geladen |
| 87 aa | Das Ergebnis einer UND-Funktion zwischen Akku und X-Register wird an die Zero-Page-Adresse aa gespeichert |
| 97 aa | wie 87, jedoch wird das UND-Ergebnis an die Zero-Page-Adresse aa + Y gespeichert |
| 9E aaaa | Das Ergebnis einer UND-Funktion zwischen dem X-Register und der Konstante 02 wird an die Adresse aaaa gespeichert |
| 9F aaaa | Das Ergebnis einer UND-Funktion zwischen dem Akku, dem X-Register und der Konstante 02 wird an die Adresse aaaa gespeichert |
| E7 aa | Der Inhalt der Zero-Page-Adresse aa wird um eins erhöht; das Resultat wird dann vom Akkuinhalt subtrahiert |
| C7 aa | Der Inhalt der Zero-Page-Adresse aa wird um eins erniedrigt und anschließend mit dem Akkuinhalt verglichen; die Status-Flags werden wie bei CMP-Befehlen beeinflußt |
| AB dd | Akku und X-Register werden mit den Daten dd geladen |

Eckart Märkel

# EPROM-Programmiergerät

2. Teil

Zur Formung des Programmierimpulses wird der in Bild 4 rechts dargestellte einfache Programmierimpulsgenerator verwendet, der die in Bild 3 vorgegebene Impulsform annähern soll. Für die Impulsform zeitbestimmend sind die Widerstände 1,5 kΩ und 2,2 kΩ sowie der 330-pF-Kondensator. An die Transistoren werden keine besonderen Anforderungen gestellt; es ist lediglich auf eine ausreichende zulässige Kollektor-Emitterspannung zu achten. Der PNP-Transistor leitet den bei niedrigem Pegel maximal 3 mA betragenden Ausgangsstrom aus dem Programmiereingang ab, um eine unter 1 V liegende Eingangsspannung zu erreichen. Die Spannung für den hohen Pegel wird mit der Zenerdiode stabilisiert, evtl. reihengeschaltete Dioden dienen zur Feineinstellung.

Die Programmierung mit diesem Gerät dauert länger als die vom Hersteller als Richtwert angegebene Dauer von 100 Sekunden. Das liegt daran, daß der Programmierimpuls nur während eines Viertels der gesamten Programmierzeit gegeben wird, obwohl ein größeres Tastverhältnis möglich wäre. Für die gedachte Anwendung ist das aber belanglos.

Noch ein Hinweis zum Einsatz des Gerätes mit Mikrocomputern: Möchte man einen Speicherinhalt aus einem Mikrocomputer programmieren, so geht das am einfachsten mit direktem Speicherzugriff (DMA = direct memory access), den die meisten Mikrocomputer erlauben. Ein besonderes Signal bringt Daten- und Adreßausgänge in den hochohmigen Zustand, so daß das Programmiergerät an diese Busse angeschlossen werden kann. Man muß nur noch für die Selektion des richtigen Speichers sorgen.

## Löschen des EPROM

Zum Schluß noch einige Hinweise zum Löschen: Nach Herstellerangaben ist zum Löschen eine UV-Dosis von 15 Ws/cm² bei einer Wellenlänge von 2537 Å nötig. Bei üblichen UV-Lampen bedeutet das 10...45 min Bestrahlungszeit bei 3 cm Abstand. Es muß für eine ausreichende Löschung gesorgt werden, da sonst – besonders bei höherer Arbeitstemperatur – sich das alte Bitmuster dem neuen überlagern könnte.

Der Erfolg einer Löschung kann mit diesem Programmiergerät auf einfache Weise überprüft werden: Man führt die oben beschriebene Prüfoperation durch, jedoch ohne einen externen Speicher angeschlossen zu haben. Wegen der TTL-Eigenschaft liegen die Dateneingänge dann auf „1", das bedeutet, daß überprüft wird, ob auch überall im EPROM Einsen stehen –, ein Kennzeichen für ordnungsgemäße Löschung.

Das Gerät wurde mit der in der Digitaltechnik bewährten Fädeltechnik aufgebaut. Integrierte Schaltkreise, Fassungen, Steckleisten und ähnliches lassen sich damit recht gut verbinden, diskrete Bauteile allerdings weniger; letztere kann man auf einer Platine üblicher Bauart getrennt unterbringen (Bedienungselemente und Programmierimpulsgenerator). Günstig ist, daß man recht leicht nachträglich Korrekturen vornehmen kann. Verbesserungswürdig wäre vielleicht noch der Lötlack dieses Drahtes: Er schmilzt schwer weg, so daß längere Lötzeiten nötig sind und gelegentlich „kalte" Lötstellen entstehen. *Tabelle 2* faßt noch einmal die wichtigsten Daten des Gerätes zusammen, *Tabelle 3* nennt die benötigten TTL-Schaltkreise.

**Tabelle 3: Verwendete TTL-Schaltkreise**

| Stück | Typ | Funktion |
|---|---|---|
| 1 | 7400 | 4 NAND-Gatter mit je 2 Eingängen |
| 1 | 7404 | 6 Inverter |
| 6 | 7405 | 6 Inverter mit offenem Kollektor |
| 1 | 7420 | 2 NAND-Gatter mit je 4 Eingängen |
| 2 | 7430 | 1 NAND-Gatter mit 8 Eingängen |
| 1 | 7473 | 2 JK-Flipflops |
| 1 | 7474 | 2 D-Flipflops |
| 2 | 7486 | 4 Exklusiv-ODER-Gatter mit je 2 Eingängen |
| 6 | 7493 | 4-bit-Binärzähler |
| 2 | 74125 | 4 Tristate-Gatter |
| 1 | 74132 | 4 NAND-Schmitttrigger mit je 2 Eingängen |

## Literatur


[1] Intel Data Catalog

[2] Siemens-Datenbuch: Mikroprozessor-Bausteine, System SAB 8080


**Tabelle 2: Wichtigste Daten des Gerätes**

Stromversorgung

| | | |
|---|---|---|
| –5 V ±5% | 45 mA | (nur für EPROM) |
| +5 V ±5% | 600 mA | |
| +12 V ±5% | 65 mA | (nur für EPROM) |
| +32 V | 25 mA | (Programmierspannung) |

| | | |
|---|---|---|
| Adreßausgang | TTL-fan-out | 7 |
| Dateneingang | TTL-fan-in | 2 |

Programmierdauer
ca. 7 min für 2708 (2704 die Hälfte)

## Ein Bit oder 1 bit?

Bei digitaltechnischen Einheiten stiftet manchmal Klein- und Großschreibung Verwirrung. Kein Wunder – denn 1 kByte ist etwas anderes als 1 KByte, und auch ein Bit ist etwas anderes als 1 bit:

**1 kByte** = 1000 Byte, denn „k" bedeutet 1000. Allerdings: 1 kByte kommt in der Praxis kaum vor; eher schon **1 KByte** = 1024 Byte. Ein großes K bedeutet hier nämlich 1024, also $2^{10}$.

**1 bit** ist die Einheit für eine digitale Ja-Nein-Aussage oder Speicherzelle; z. B. kann ein Byte (ein Datenwort) aus 8 bit bestehen. Aber:

**Ein Bit** stellt – abseits mathematischer Zusammenhänge – genau eine Ja-Nein-Entscheidung dar.

Martin Gygi

# Universelle Infrarot-Fernsteuerung

## 1. Teil

Fernsteuerungen in der Unterhaltungselektronik waren, da als teuere Einrichtung und Spielerei aufgefaßt, ursprünglich der Steuerung von luxuriösen Fernsehapparaten vorbehalten. Durch Verfeinerung der Technik, wie impulscodiertes Infrarotlicht, das eine beträchtlich erhöhte Störsicherheit gebracht hat, und die günstiger erhältliche Hardware haben aber inzwischen dazu beigetragen, daß insbesondere Infrarotfernsteuerungen eine immer größere Verbreitung finden.

Es sind heute schon Anwendungen von Infrarot-Fernsteuerungen realisiert, wie Steuerung von Fernsehgeräten, Hi-Fi-Geräten und Modelleisenbahnen, und weitere sind denkbar, wie Fernsteuerungen von Haushaltgeräten und der Beleuchtung.

### Beschreibung der Bausteine

*Der Sender*

Der Sender ist auf einer doppelseitig kaschierten und durchkontaktierten Platine mit 30 Drucktasten aufgebaut und enthält die notwendige Elektronik zum Aussenden des Infrarotsignals. Das Gerät basiert auf dem IC SAB 3210.

Das Sender-IC besitzt eine Eingabematrix aus 4 Spalten und 8 Zeilen. Um einen Befehl einzugeben, muß ein Spalteneingang mit einem Zeileneingang verbunden werden. Damit wird der Sender eingeschaltet und ein entsprechender Befehl gesendet. Ohne weitere Maßnahme ist es möglich, 32 Befehle mit einfachen Schaltkontakten einzugeben. Der Befehlsvorrat läßt sich mit zusätzlichen Dioden auf 60 erweitern. Dazu werden je 2 Dioden für 4 weitere Befehle benötigt. Gegen ungewollte Doppelbedienung (Druck auf 2 Tasten gleichzeitig) besitzt das IC SAB 3210 eine Spalten-Verriegelung, z. B. wird 1a + 1c als Fehlbedienung erkannt: es wird kein falscher Befehl, sondern der Schlußbefehl gesendet. Gegen eine Mehrfachbedienung innerhalb einer Spalte (z. B. 8a + 5a = 85a) ist der Baustein nicht verriegelt, denn dieser Umstand wird dazu ausgenützt, die Eingabemöglichkeit von 4 × 8 Befehlen auf 4 × (8 + 7) Befehle zu erweitern.

Nach dem Loslassen einer Taste wird der gewählte Befehl maximal noch einmal ausgesendet, abhängig vom genauen Zeitpunkt des Loslassens. Nach dem letzten Aussenden des gewünschten Befehls wird noch ein Schlußbefehl gesendet, der dem Empfänger signalisiert, daß die Taste losgelassen wurde.

Jeder Verbindung Zeile–Spalte ist im Infrarotsystem ein Binärcode in Form von 6 bits A...F zugeordnet. Diesen Binärcode setzt das IC in einen sogenannten Biphasecode um, welcher dann einem 35-kHz-Signal (Oszillatorfrequenz: 2) überlagert und am Ausgang IRA ausgegeben wird.

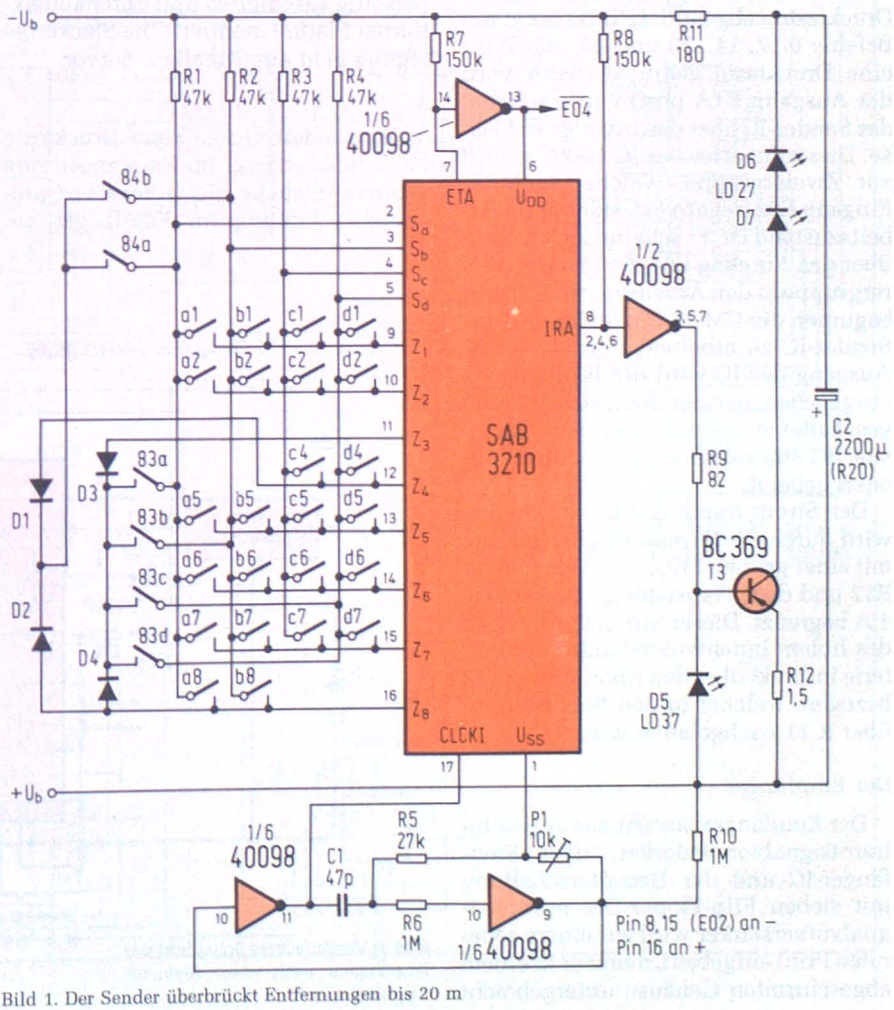



Bild 1. Der Sender überbrückt Entfernungen bis 20 m

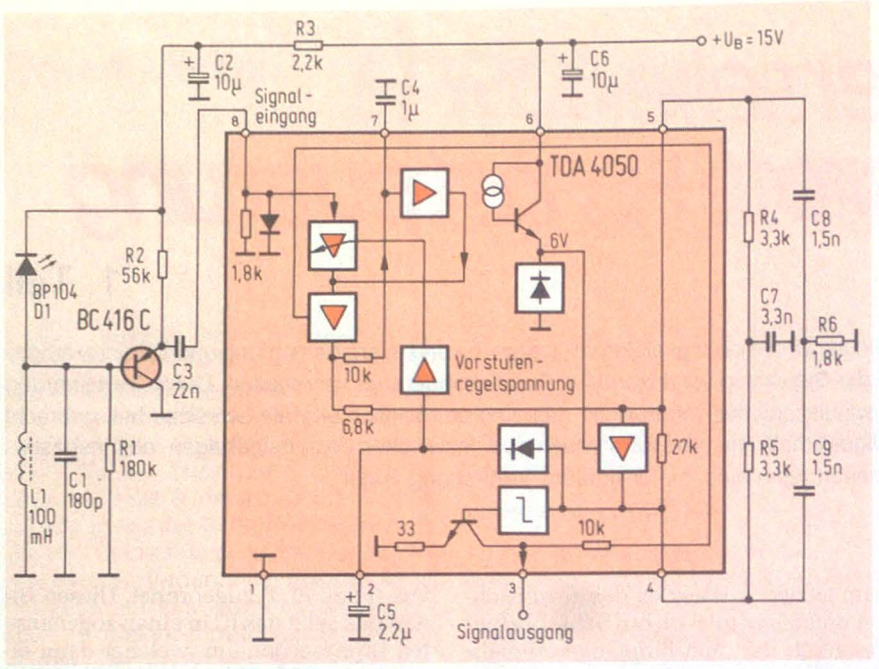



Bild 2. Das IC TDA 4050 arbeitet als geregelter Vorverstärker

## Die Schaltung

Links in *Bild 1* ist die Schaltung der Drucktasten abgebildet. Sie erzeugt die Befehle 0...7, 14...29 und 40...45. Wird eine Drucktaste gedrückt, dann wird der Ausgang ETA positiv und schaltet das Sender-IC über den Inverter an Masse. Dieser Inverter des IC 40098 gehört zur Zweiergruppe, welche, weil der Eingang $\overline{E02}$ negativ ist, ständig im Arbeitszustand ist. Er schaltet gleichzeitig über den Eingang $\overline{E04}$ die Inverter-Vierergruppe in den Arbeitszustand. Damit beginnen der CMOS-Oszillator und das Sender-IC zu arbeiten. Über den IRA-Ausgang des IC wird der Biphasecode ausgegeben, der durch die drei parallel geschalteten Inverter und den Transistor BC 369 verstärkt an die Infrarotdioden gelangt.

Der Strom durch die Infrarotdioden wird durch die Stromquellenschaltung mit einer grünen LED, dem Widerstand R12 und dem Transistor BC 369 auf ca. 1 A begrenzt. Dieser Strom wird wegen des hohen Innenwiderstandes der Batterie indirekt über den Kondensator C 2 bezogen, welcher in den Sendepausen über R 11 nachgeladen wird.

*Der Empfänger*

Der Empfänger besteht aus einem Infrarotsignalvorverstärker, dem Empfänger-IC und der Decodierschaltung mit sieben Flip-Flops. Der Infrarotsignalvorverstärker wird auf einem separaten Print aufgebaut, damit er in einem abgeschirmten Gehäuse untergebracht werden kann, das Empfänger-IC ist mit der Decodierschaltung auf einer doppelseitig kaschierten und durchkontaktierten Platine montiert. Die Steckerbelegung geht aus *Tabelle 1* hervor.

Das Niederdrücken jeder Drucktaste im Sender erzeugt im Empfänger eine positive Flanke, die in der entsprechenden Leitung im Empfänger am Stecker abgenommen werden kann. Zusätzlich werden sieben dieser Tastsignale den Takteingängen von sieben Flip-Flops zugeführt, deren Ausgänge Q und $\overline{Q}$ ebenfalls dem Stecker zugeführt werden. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, drei Analogsignale dem Stecker zu entnehmen. Die Pulsbreite dieser Signale kann mit sechs Tasten verändert werden.

## Anwendungen des Empfängers

Obwohl das IC-Paar SAB 3209 und SAB 3210 für die Steuerung von Fernsehgeräten entwickelt wurde, ist die beschriebene Schaltung so ausgelegt, daß mit ihr beliebige Geräte gesteuert werden können. Es ist jedoch zu beachten, daß in der obersten Drucktastenreihe von links die dritte Drucktaste dem Quickton und die vierte dem Standby zugeordnet ist. In der ersten Drucktastenreihe können die ersten zwei und in der fünften Reihe die ersten fünf Tasten ein Flip-Flop steuern. Die ersten drei

**Tabelle 1. Steckerbelegung**

Obere Reihe (B-Reihe):
A 40/41, 7, A 44/45, 1, 2, 0, 4Q, 3Q, 15, 45, 14, 20Q, minus, 22, 21, plus, 25Q, 5, 5Q, 24, 24Q, 24Q, 26, 29
Untere Reihe (A-Reihe):
6, 4Q, 4, 3Q, 3, 44, 42, 40, 43, 41, A 42/43, 20Q, 20, 21Q, 21Q, 18, 16, 23, 19, 17, 25, 25Q, 5Q, 27, 28

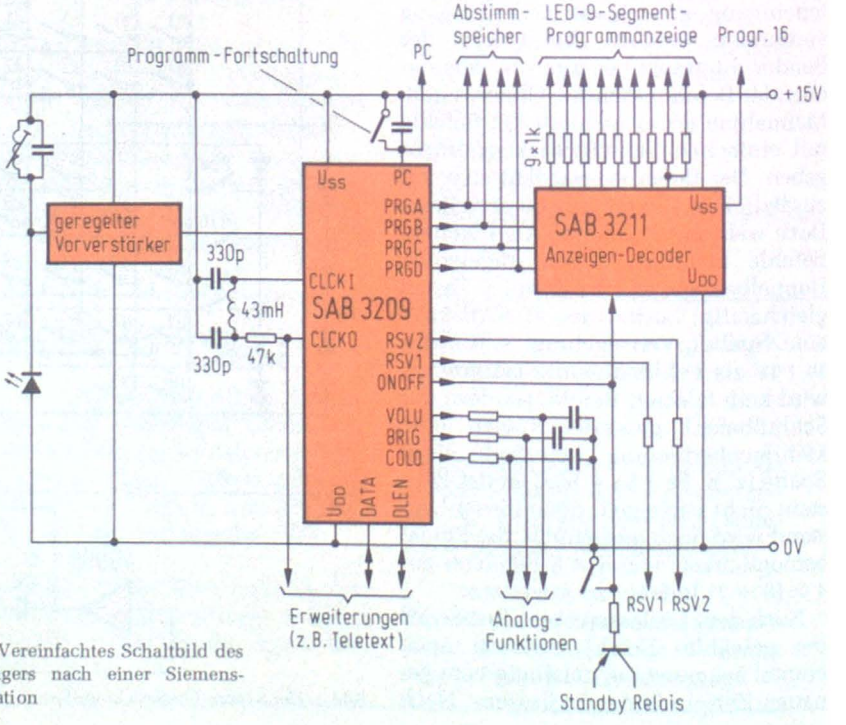



Bild 3. Vereinfachtes Schaltbild des Empfängers nach einer Siemens-Applikation

Tasten in der zweiten Drucktastenreihe erhöhen das Pulsbreitenverhältnis dreier Analogausgänge und die ersten drei Tasten in der dritten Reihe erniedrigen das Pulsbreitenverhältnis der entsprechenden Ausgänge.

Ein Anwendungsvorschlag ist der Einsatz der Fernsteuerung in einer Hi-Fi-Anlage. Die ersten beiden Tasten der obersten Reihe werden zur Ansteuerung eines Dimmers und zum Ein- und Ausschalten einer Endstufe verwendet, wobei die restlichen Tasten der Reihe zur Anwahl von vier Tonquellen zur Verfügung stehen.

Die zweite und dritte Drucktastenreihe kann die Veränderung von sechs Analogsignalen bewirken, indem die ersten drei direkt im Empfänger und die anderen drei mittels der verbleibenden sechs Tasten extern z. B. durch ein IC MM 5878 erzeugt werden.

Die Tasten der vierten Reihe rufen voreingestellte UKW-Sender ab.

Die letzte Tastenreihe wird zum Fernsteuern einer Schaltuhr eingesetzt.

Ein anderer Verwendungsvorschlag ist der Einsatz der Fernsteuerung in einer Modelleisenbahnanlage. Tasten, die ein Flip-Flop steuern können, schalten Lampen und die Tasten der Analogausgänge regeln die Geschwindigkeit der Züge. Die übrigen Tasten stellen Weichen und Signale.

## Die Schaltung

Das ankommende Infrarotsignal wird von der Infrarotdiode D 1 empfangen (*Bild 2*). Als Arbeitswiderstand dient ein gedämpfter Schwingkreis, gebildet aus L1, C1 und R1. Hier wird das Empfangssignal selektiert und Gleichlicht unterdrückt. Der rauscharme Transistor BC 416 C dient als Impedanzwandler, um die hochohmige Empfangsschaltung an den niederohmigen Eingang des nachgeschalteten ICs anzupassen. In dem IC TDA 4050 wird das Eingangssignal im geregelten Verstärker angehoben und das Nutzsignal im Doppel-T-Glied zwischen den Anschlüssen 4 und 5 nochmals selektiert, um im nachgeschalteten Schmittrigger aufbereitet, an PIN 3 ausgegeben zu werden.

Der vom Vorverstärker aufbereitete Biphasecode wird dem IC SAB 3209 am Anschluß RSIG zugeführt und hier

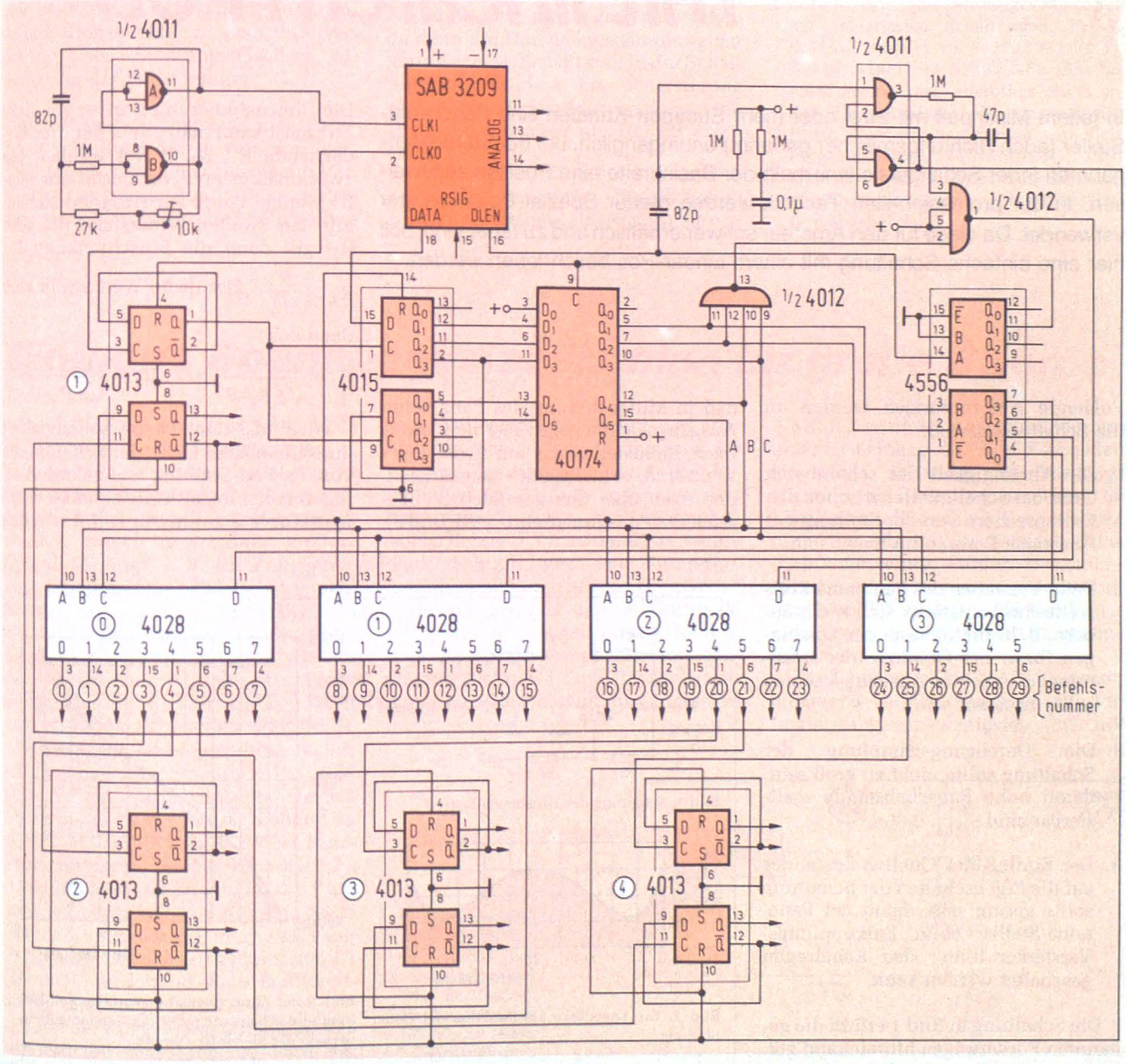



Bild 4. Der Infrarotempfänger mit dem Decoder

wieder in den Binärcode umgewandelt, welcher über den Ausgang DATA seriell ausgegeben wird. Die Signale CLKO und DLEN dienen der Steuerung des Schiebevorganges (*Bild 3*). CLKO wird im Flip-Flop 4013 durch 2 geteilt (*Bild 4*) und dient als Schiebetakt (STAKT) für das Serie-Parallelregister 4015, in welches das DATA-Signal eingeschoben wird. Damit die Flanke aus dem 4013 immer am richtigen Ort taktet, wird das Flip-Flop jeweils in den Sendepausen (gesendet wird alle 128 ms für 7 ms) durch das im 4556 invertierte DLEN-Signal rückgesetzt. Im Moment, wo DLEN negativ wird, kommt der Binärcode in das Register 40174, an dessen Ausgängen decodiert wird. Die Bits niederer Ordnung ($2^0$, $2^1$, $2^2$) werden direkt den Decodern 4028 zugeführt; die Bits höherer Ordnung ($2^3$, $2^4$) dem Decoder 4556, dessen Ausgänge jeweils den Decoder 4028 anwählen, der gültige Daten führt.

*(Schluß folgt)*

Detlef Hennings

# Panorama-Regler mit linearem Poti

In jedem Mischpult mit zwei oder mehr Summen-Kanälen sind Panorama-Steller (auch Richtungsmischer genannt) unumgänglich, um bei Stereo-Aufnahmen jeder Schallquelle innerhalb der Basisbreite eine Position zuzuweisen. In der professionellen Technik werden hierfür Spezial-Potentiometer verwendet. Da diese für den Amateur schwer erhältlich und zu teuer sind, soll hier eine einfache Schaltung mit einem Linear-Poti beschrieben werden.

Folgende Anforderungen werden an die Schaltung gestellt:

1. Die Abhängigkeit des scheinbaren Ortes der Schallquelle zwischen den Lautsprechern von der Stellung des Panorama-Potis sollte linear sein.
2. Beim Verstellen des Panorama-Potis sollte die Lautstärke sich nicht ändern, d. h. die Summe der Leistungen (bzw. der Quadrate der Spannungen) in beiden Ausgangskanälen sollte konstant sein.
3. Die Durchgangsdämpfung der Schaltung sollte nicht zu groß sein, damit hohe Rauschabstände realisierbar sind.
4. Der Einfluß des Quellwiderstandes auf die Eigenschaften der Schaltung sollte gering sein, damit der Panorama-Steller ohne Entkopplungs-Verstärker hinter den Kanalregler geschaltet werden kann.

Die Schaltung in *Bild 1* erfüllt die genannten Forderungen hinreichend gut. Legt man die Widerstandswerte so aus, daß in Mittenstellung des Potis beide Ausgangskanäle gegenüber den jeweiligen Randstellungen um 3 dB abgesenkt sind, so bleiben die Lautstärkeänderungen über den gesamten Stellbereich des Potis innerhalb 0,2 dB (*Bild 2*).

Die Dimensionierung geht so vor sich: Zunächst kann man einen der drei Widerstände $R_1$, $R_2$, P frei wählen, am zweckmäßigsten P, da hierfür nur relativ wenige Werte zur Auswahl stehen. Für den zweiten Widerstand ($R_1$ oder $R_2$) gilt dann die Einschränkung $R_1$, $R_2 > \frac{P}{\sqrt{2}}$. Der dritte Wert ergibt sich dann aus

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot P}{\sqrt{2}\,R_2 - P}, \text{ bzw. } R_2 = \frac{R_1 \cdot P}{\sqrt{2}\,R_1 - P}.$$

Wie *Bild 3* zeigt, ist die Abhängigkeit des scheinbaren Ortes der Schallquelle von der Poti-Stellung wie gefordert einigermaßen linear, insbesondere wenn man Kurve 2 zugrunde legt. Lediglich

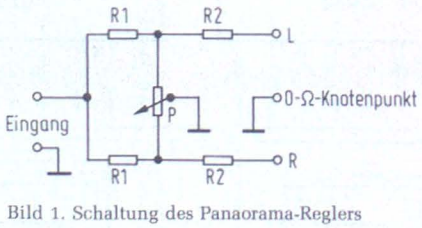



Bild 1. Schaltung des Panaorama-Reglers

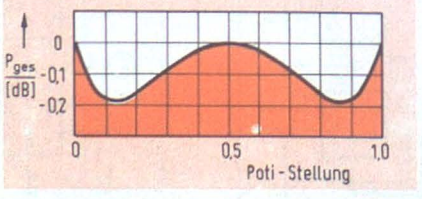



Bild 2. Die Lautstärke als Funktion der Poti-Stellung

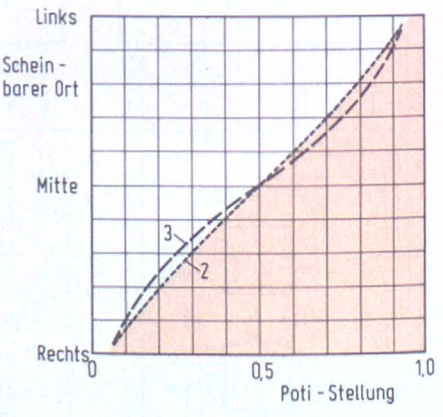



Bild 3. Der Zusammenhang zwischen Poti-Stellung und scheinbarem Ort der Schallquelle innerhalb der Stereo-Basisbreite

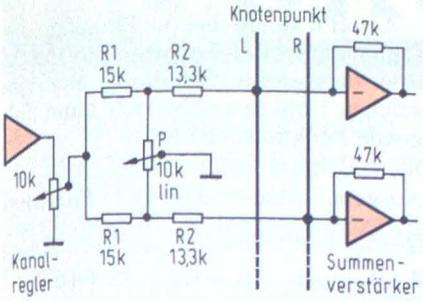



Bild 4. Ein Anwendungsbeispiel: Zusammenschalten des Reglers mit den Komponenten eines Stereo-Mischpults

die äußersten Randbereiche des Potis, $x<0.05$ und $x>0.95$, werden kaum genutzt. Man erhält Bild 3 durch Verknüpfung der Abhängigkeit des scheinbaren Ortes vom Pegelverhältnis der beiden Ausgangskanäle (Summenlokalisationseffekt) mit dem Pegelverhältnis des Richtungsmischers als Funktion der Poti-Stellung.

Der Eingangswiderstand der Panorama-Schaltung hängt von der Poti-Stellung ab. Deshalb können beim Verstellen Lautstärke-Änderungen auftreten, wenn der vorgeschaltete Quellwiderstand nicht vernachlässigbar klein ist, wie z. B. in *Bild 4*. Dieser Einfluß des Quellwiderstandes ist umso größer, je kleiner $R_1$ ist. In der *Tabelle* sind die maximalen Lautstärkeänderungen für den kleinstmöglichen Wert $R_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,P$ sowie für den Fall $R_1 = R_2 = \sqrt{2}\,P$ bei drei verschiedenen Verhältnissen des Quellwiderstandes $R_q$ zum Wert des Potis P angegeben. So beträgt dieser Einfluß im Beispiel von Bild 4 weniger als 0,15 dB.

Zur Erzielung eines hohen Rauschabstandes sollte man die Schaltung so niederohmig auslegen, wie die verwendeten Verstärker es zulassen. Außerdem ist es im allgemeinen günstig, $R_1$ und $R_2$ etwa gleich groß zu wählen, da dann die Durchgangsdämpfung am geringsten ist. So läßt sich in der Schaltung aus Bild 4 bei Verwendung rauscharmer Operationsverstärker eine Dynamik von mehr als 100 dB erreichen.

Mit den genannten Eigenschaften sollte die Schaltung alle Ansprüche von Amateur und ‚Semi-Profi' erfüllen können.

**Tabelle: Durch den Quellwiderstand verursachte Lautstärke-Änderung**

| $\frac{R_q}{P}$ | max. Lautstärkeänderung $R_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}P$ | $R_1 = R_2 = \sqrt{2}\,P$ |
|---|---|---|
| 1.0 | 1.05 dB | 0.34 dB |
| 0.5 | 0.78 dB | 0.24 dB |
| 0.25 | 0.51 dB | 0.14 dB |

**Literatur**


[1] *Webers, Johannes:* Tonstudiotechnik. München, 1974; S. 146 ff.

[2] *Corinth, Götz:* Ein vielseitiges Mischpult mit integrierten Schaltungen. FUNKSCHAU 1974, H. 10, S. 379...382, H. 11, S. 416...418, H. 12, S. 467...468. (Ein Anwendungsbeispiel, allerdings etwas anders dimensioniert als hier angegeben.)

[3] *Horst, Manfred:* Berechnung von Richtungseinstellern. FUNKSCHAU 1970, H. 14, S. 461 ff. (Hier wird die Berechnung von Richtungsmischern mit Stufenschaltern abgehandelt.)


# Einfache Spannungsstabilisation für große Ströme

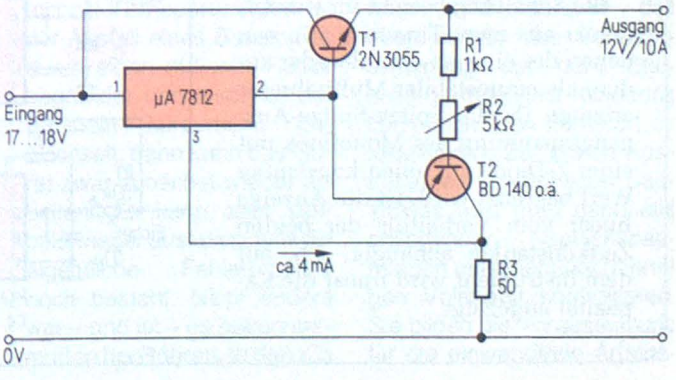
In der Werkstatt und beim Hobby-Elektroniker sind Spannungsregler, z. B. µA 78..., vertraute Bauelemente. Sie sind für Dauerströme bis 1 A ausgelegt und außerordentlich preiswert. Oft werden jedoch wesentlich größere Ströme benötigt, z. B. für Funkgeräte und umfangreiche TTL-Schaltungen. Inzwischen sind zwar Regler bis 10 A auf dem Markt, leider jedoch relativ teuer. Hier wird beschrieben, wie mit relativ einfachen Mitteln eine Spannungsregelung für Ströme von 10 A oder mehr erstellt werden kann (*Bild*).

Am Eingang eines Spannungsreglers µA 7812 liegt eine Spannung 17...18 V. Dabei ist bei den gewünschten großen Strömen auf ausreichende Siebung zu achten, am besten mittels großer Ladekondensatoren (30 000 – 60 000 µF). Anschluß 3 ist auf das Potential 1 V angehoben, somit steht am Ausgang der IS (Pin 2) die Konstantspannung 13 V zur Verfügung. Der Leistungstransistor T 1 (2N 3055) ist leitend. Sein Emitterpotential liegt somit bei 12,3 V.

Sinkt die Ausgangsspannung infolge der äußeren Belastung, so wird der PNP-Transistor T 2 weiter ausgesteuert; sein Kollektorstrom steigt und der Spannungsabfall am Widerstand R 3 wird größer. Dadurch wird das Potential an Pin 3 der IS angehoben und damit seine Spannung an Pin 2 um denselben Betrag. T 1 wird damit weiter leitend; dadurch wird sein Emitterpotential wieder angehoben. Der „Witz" an der Schaltung ist, daß die nichtlinearen und spannungsinversen Kennlinien der beiden komplementären Siliziumtransistoren T 1 und T 2 zur Erzeugung der konstanten Ausgangsspannung verwendet werden.

Mit R 2 wird die Ausgangsspannung unter Last eingestellt. Wird R 2 zu klein eingestellt, so steigt die Ausgangsspannung bei Belastung; somit kann die Schaltung z. B. auch als Drehzahlregelung bei einer Gleichstrombohrmaschine verwendet werden. Besonderes Augenmerk ist auf ausreichende Kühlung von T 1 zu legen, da bei Vollast Leistungen bis zu 60 W und mehr abgeführt werden müssen.

Für T 2 kann jeder PNP-Si-Transistor eingesetzt werden, sofern er eine Verlustleistung von wenigstens 500 mW




Dimensionierungsbeispiel für ein Netzgerät mit 12 V Ausgangsspannung und 10 A Belastbarkeit. Auf ausreichende Kühlung ist selbstverständlich zu achten

verträgt. Zweckmäßigerweise montiert man T1, T2 und die IS auf denselben Kühlkörper. Selbstverständlich läßt sich diese Schaltung auch für andere Konstantspannungen verwenden. Für 5 V bei 10 A Ausgang ist die IS 7805 einzusetzen und an den Eingang 10–12 V zu legen. Damit einwandfreie Regelung möglich ist, sollte das Eingangspotential mindestens 5 V über dem Ausgangspotential liegen.

*G. Haynold*

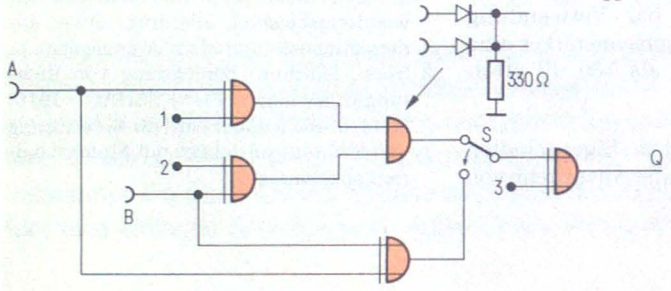
# Logiksimulator

Die hier beschriebene Schaltung dient zur Realisation aller denkbaren logischen Verknüpfungen zweier Ein-Bit-Variablen. Sie eignet sich daher besonders für Übungs-, Lehr- und Experimentierzwecke in Zusammenhang mit der schaltungstechnischen Simulation boolescher Algebra.

Die Anordnung besteht aus vier Exklusiv-Oder-Gattern, die in ein IC 7486 integriert sind. Die Art der Verknüpfung wird durch den Logikpegel an den drei Steuereingängen (1, 2, 3) und durch den Umschalter S bestimmt.

Die Wahrheitstabelle eines Exklusiv-Oder-Gatters sieht folgendermaßen aus:

| A | B | Q |
|---|---|---|
| L | L | L |
| L | H | H |
| H | L | H |
| H | H | L |




Mit nur einem TTL-IC 7486 lassen sich praktisch alle Verknüpfungen zweier Eingangsvariablen simulieren

A und B sind dabei die Eingänge des Gatters, Q ist der Ausgang. Für die im *Bild* dargestellte Schaltung aus vier solchen Gattern ergibt sich dann folgende Funktionstabelle:

| Ausgang | Steuereingänge | | | Funktion |
|---|---|---|---|---|
| Q | 1 | 2 | 3 | |
| $A+B$ | L | L | L | ODER |
| $\overline{A+B}$ | L | L | H | NOR |
| $A+\overline{B}$ | L | H | L | |
| $\overline{A+\overline{B}}$ | L | H | H | |
| $A+B$ | H | L | L | |
| $A\cdot\overline{B}$ | H | L | H | |
| $\overline{A\cdot B}$ | H | H | L | NAND |
| $A\cdot B$ | H | H | H | UND |

Mit dem Umschalter S können mit Hilfe des vierten Gatters Inklusion und Exklusion dargestellt werden. Wenn der Steuereingang 3 auf H liegt, handelt es sich um eine Exklusion, wenn er auf L liegt, um eine Inklusions-Funktion.

Das in der Schaltung vorkommende ODER-Gatter wurde, um die Notwendigkeit eines zusätzlichen TTL-IC zu umgehen, mit zwei Silizium-Dioden (z. B. 1N4148) realisiert. Die Erzeugung der Steuersignale kann z. B. mit einem Stufenschalter erfolgen. *K. D. Lamann*

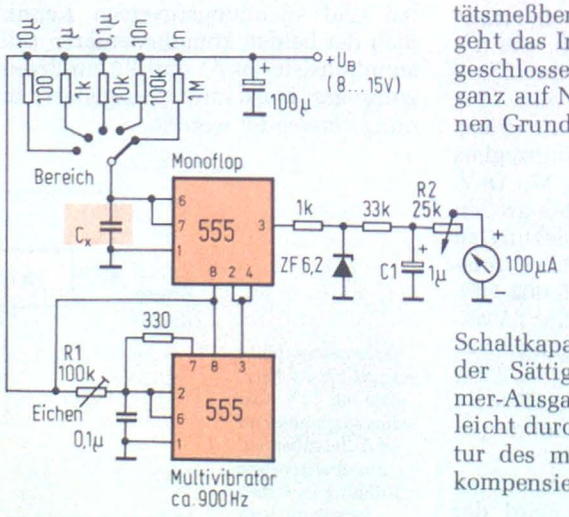
# Schaltungskniff

## Einfaches Kapazitätsmeßgerät

Mit der im *Bild* gezeigten Schaltung lassen sich Kondensatoren von einigen pF bis einigen µF mit brauchbarer Genauigkeit messen. Als Anzeige eignet sich jedes beliebige Instrument mit 100 µA Vollausschlag. Das kleine Gerät ersetzt damit praktisch eine Farbcode-Tabelle...

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus zwei Timern (555), von denen der eine als astabiler, der andere als monostabiler Multivibrator arbeitet. Da die Spitze-Spitze-Ausgangsspannung des Monoflops mit einer Z-Diode auf einen konstanten Wert begrenzt wird, ist die Anzeige linear vom Verhältnis der beiden Zeitkonstanten abhängig, d.h. auf dem Instrument wird linear die Kapazität angezeigt.

Die Zeitkonstanten errechnen sich aus den Formeln




◀ Schaltung des einfachen Kapazitätsmessers. Der Platzbedarf kann noch verringert werden, wenn statt der beiden einzelnen Timer ICs der Doppel-Timer 556 verwendet wird

$T = R \cdot C \cdot 0{,}69$ (astabiler Multivibrator) und

$T = R \cdot C \cdot 1{,}1$ (Monoflop).

Die Anzeige ist selbstverständlich nur solange linear, wie die Zeitkonstante des astabilen Multivibrators kleiner als die des Monoflops ist.

Wenn auf den kleinsten Kapazitätsmeßbereich geschaltet wird, geht das Instrument auch ohne angeschlossenen Kondensator nicht ganz auf Null zurück. Dies hat seinen Grund in den unvermeidlichen Schaltkapazitäten, zum Teil auch an der Sättigungsspannung des Timer-Ausgangs. Der Effekt kann aber leicht durch entsprechende Korrektur des mechanischen Nullpunkts kompensiert werden.

*Bernhard Wasinger*

Franzis

Franzis-
Verlag
München

der große Fachverlag
für angewandte Elektronik.

## Schlüssel zur HiFi

Eine unterhaltsame Einführung in die faszinierende Welt der High Fidelity. Von Winfried Knobloch. – 232 Seiten. 107 Abbildungen. Lwstr-geb. DM 28.–
ISBN 3-7723-6531-0

Was ist das nun wirklich, Stereofonie und HiFi? Im Konzertsaal genügen zwei Ohren, doch zu Hause –. Früher oder später findet jeder zu seiner Stereoanlage. Hoffentlich auch zur richtigen. Dazu verhilft dieser launige, doch stets sachlich fundierte Exkurs über Schall, Ohr DIN 45 500, Hausmusik, Tonträger und Wiedergabegerät. Außerdem für die Unentwegten – wie könnte es anders sein – Schaltungen zum Nachbauen. Dem Leser werden hier die Bestandteile von Stereoanlagen so durchsichtig gemacht, daß er die Angebote durchschauen und sich selbst ein Urteil bilden kann. Dieses Wissen hilft nicht nur Geld sparen, sondern bereitet auch Freude, wenn es um den Aufbau der eigenen Anlage geht.

**Aus dem Inhalt:** Mit Schall fängt's an: Laut, leise, hoch und tief. Phasen, Wellenlängen und andere Ei(ge)nheiten. Ein Ton macht noch keine Musik. **Jeder hört etwas anderes: Für alle, die es genau wissen wollen:** Zahlen, bitte. Auch die Meßwerte werden vom Gehör mitbestimmt. So hat sich die HiFi-Wiedergabe entwickelt. Musik aus einer Ebene – Stereofonie, Kopfhörerstereofonie, Kunstkopfstereofonie. – Woher aber die Musik nehmen? Der Ton der aus der Rille kommt. – **Was kann man denn nun messen und was nicht? – Das ist beim Kauf von Industriegeräten zu beachten:** Bausteine oder Kombinationen? Kraft auf dem Tisch – der Verstärker. Wie man ein Ding richtig dreht – der Plattenspieler. Das Tonbandgerät. Das Mikrofon. Das Großmaul in der Stube ist gleich doppelt notwendig – die Lautsprecherboxen. Originallautstärke ohne die Nachbarn zu erbosen – Kopfhörer. – **Wohnen mit HiFis – Für alle, die es nicht lassen können – Schaltungen zum Nachbauen:** Nf-Verstärker-Bausteine. Mikrofonverstärker. Tonabnehmer-Entzerrerverstärker. Aktive Klangeinsteller. Aktiver Präsenzeinsteller. Rausch- und Rumpelfilter. Mischverstärker. Balanceeinsteller. Lautstärke- und Kontureinstellung. Basisbreiteneinsteller. Stereo-/Mono-Umschaltung. Auskoppelbaustein. Aussteuerungsmesser. Vorverstärker-Kombinationen. Endverstärker. Netzteile. Aufbauhinweise. Rauschunterdrückungs-Bausteine. DNL-Schaltung. Dolby-Schaltung. Ein Selbstbau-Rundfunkempfangsteil. Lautsprecherboxen zum Selbstbauen. – **Was ist eigentlich ein Debee?**

**Franzis-Fachbücher bekommen Sie durch jede Buchhandlung**



# Werkstattpraxis

## Spiegel- und Blendschutz für Bildröhren

Spiegelungen, Blendungen und Reflexe auf der Bildröhre eines Fernsehgerätes wirken oft recht störend. Probleme dieser Art lassen sich mit einer Beschichtung der Bildröhre mit einem nicht spiegelnden, jedoch lichtdurchlässigen Material in den Griff bekommen. Ein solches Material befindet sich in gelöster Form in einer Spraydose der Firma Product Form AG. Dieses Mittel, das sich bereits in vielen Fernsehstudios bewährt hat, wurde bereits vor einigen Jahren in Deutschland angeboten. Da jedoch damals keine entsprechende Vertriebsorganisation zur Verfügung stand, war es oft nicht möglich, dieses Spray mit dem Namen TV-Antireflex zu erhalten. Es eignet sich auch zur Entspiegelung von Monitoren und Datensichtgeräten. Die Wirkung von TV-Antireflex wurde vom ARD-Ratgeber getestet und empfohlen.

## Servicemessungen an Modulbausteinen

Integrierte Schaltungen und Modulbausteine brachten eine Vereinfachung des Aufbaues eines Fernsehempfänger mit sich und verbesserten die Zuverlässigkeit. Sie bringen aber auch einige neue Probleme. Wie früher die Röhren, so müssen heute im Außendienst die verschiedensten Moduln mitgeführt werden, weil aus vielen Gründen an eine Standardisierung der Bausteine nicht zu denken ist.

Integrierte Schaltungen und komplette Modulbausteine werden aber auch defekt und müssen daher vom Servicetechniker erneuert werden. Ist der Ausfall eines Bausteines durch einen äußeren Fehler begründet und wird nur der Baustein kurzerhand gewechselt, dann kann das Gerät zwar zunächst wieder arbeiten. Es kann aber sehr bald wieder ausfallen, weil die eigentliche Fehlerursache noch besteht. Nicht anders war – und ist – es bekanntermaßen bei Röhren. In den ICs sind aber – im Gegensatz zu Röhren – sehr viel mehr Funktionen zusammengefaßt.

Diese Technik bringt für den Service mit Sicherheit Vorteile, braucht doch jetzt nicht mehr das einzelne schadhafte Teil gesucht zu werden, was bei der bisherigen Technik der gedruckten Schaltung nicht immer ganz einfach war. Es wird jetzt lediglich der defekte Baustein ermittelt und ausgetauscht.

Dabei unterscheidet sich die Art der Fehlersuche zunächst nicht von der bisher geübten Praxis, d. h. man wird anhand des Fehlerbildes, der Fehlererscheinung auf dem Bildschirm, möglichst eindeutig versuchen, den Fehlerort zu lokalisieren. Zur ersten Kontrolle des verdächtigen Bausteines wird man dann alle anliegenden Speisespannungen mit einem hochohmigen Voltmeter kontrollieren. Sie bilden die Voraussetzung für die einwandfreie Arbeits-

weise des Moduls. Mit einem Oszilloskop kann man dann die ein- und ausgehenden Signale betrachten.

Im Service kann man IC und Modul recht gut als „schwarzen Kasten" betrachten, der überprüft wird, indem man kontrolliert, was hineingeht und wieder herauskommt. Bei der Fehlereinkreisung unterscheidet man zwischen den Speisespannungen und den Signalen, die dem Baustein zugeführt werden, und denen, die der Modul abgeben soll. Alle Versorgungsspannungen sowie die Eingangssignale müssen auch bei herausgezogenem Modul meßbar sein. Fehlt eine Spannung, ist sie falsch oder ein Signal fehlerhaft, dann ist der Fehler natürlich nicht im betreffenden Modul oder in dem IC zu suchen, sondern man muß die äußere Beschaltung kontrollieren. Bricht dagegen eine ordnungsgemäß vorhandene Spannung beim Einsetzen des Moduls zusammen oder verformt sich ein Impuls, so liegt mit ziemlicher Sicherheit ein Defekt im Modul vor.

Ähnliches gilt für die Ausgänge des Bausteines. Auch hier können Impulsverformungen oder abweichende Spannungswerte auftreten. Der Grund dafür kann in einem defekten Modul oder auch in der äußeren Beschaltung liegen. Wechselt man einen Modul oder ein IC, dann sollten alle ein- und ausgehenden Spannungen und Signale noch einmal geprüft und – falls erforderlich – nach Vorschrift der Serviceanleitung eingestellt werden. Verdächtige Bausteine und ICs lassen sich in der Praxis zuverlässig prüfen, indem man sie in einen einwandfreien Empfänger einsteckt.

*Günter E. Wegner*

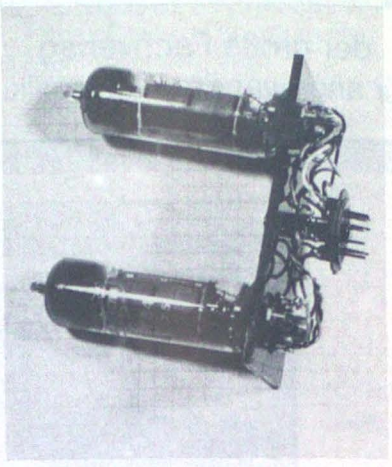


Bild 1. Dieser Adapter ermöglicht den Ersatz der Röhren ELL 80 und ECLL 800 durch je zwei Röhren EL 84 bzw. ECL 86 (Foto: Fe.)

## Ersatz für ELL 80 und ECLL 800

Es befinden sich noch viele Geräte in Betrieb, die in der Nf-Endstufe mit der Röhre ELL 80 oder ECLL 800 bestückt sind. Wird eine solche Röhre defekt, ist es schwer, wenn nicht sogar unmöglich, Ersatz dafür zu beschaffen.

Da der Kunde aber wegen einer defekten Röhre nicht gleich das ganze Gerät wegwerfen möchte, suchte ich nach einer Lösung dieses Problems und fand, daß sich anstatt einer Röhre ELL 80 auch zwei Röhren EL 84 eignen. Da die Betriebsdaten fast übereinstimmen, braucht man keine Änderung in der Schaltung vornehmen. Weil aber nur ein Röhrensockel zur Verfügung steht, baute ich einen Adapter auf, der es ermöglicht, daß die beiden Röhren EL 84 über nur einen Sokkel (*Bild 1*) angeschlossen werden können.

Zum Aufbau eines solchen Adapters (*Bild 2*) benötigt man lediglich zwei Noval-Röhrensockel, einen Noval-Stecker, eine Grundplatte (Aluminium, Pertinax oder Plastik) sowie Schrauben, Muttern und Schaltdraht. Es wäre auch möglich, wenn die Platzverhältnisse einen Adapter nicht zulassen, die beiden Röhrensockel in ein Aluminiumgehäuse zu setzen und die Verbindung mit einem Kabel herzustellen.

*Dieter Langbehn*

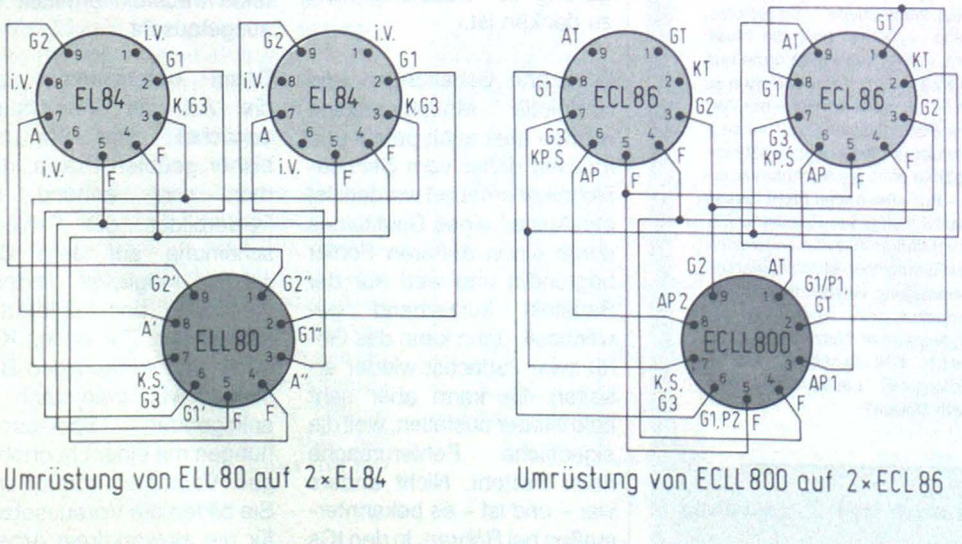
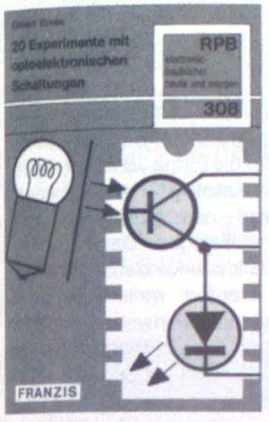



Bild 2. Verdrahtung des Adapters. Bei zu langen Verbindungsleitungen kann die Schaltung ins Schwingen geraten

## 20 Experimente mit optoelektronischen Schaltungen




*Praxisnahe Schaltungsbeispiele zum Nachbauen und raschen Einarbeiten. Von Gilbert Blaise. Autorisierte Übertragung aus dem Französischen und technische Bearbeitung: H. Schreiber. 102 Seiten mit 63 Abbildungen und 11 Tabellen. Kart. 7.80 DM (RPB-electronic-Taschenbuch Nr. 308). Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-8081-9.*

Ein Buch für Praktiker, aber auch für Neulinge auf dem Gebiet der Optoelektronik. Deshalb werden in einem einleitenden Kapitel zunächst die Arbeitsweise, die Kenndaten und die Anschlußbezeichnungen der optoelektronischen Bauelemente erläutert. Die zwanzig beschriebenen Schaltungen entstanden in den Laboratorien von Halbleiterherstellern, Universitäten und Hochschulen. Hier einige Beispiele: Oszilloskop ohne Katodenstrahlröhre; Prüfgerät für mehradrige Steckverbindungen; optoelektronischer Selektivalarm; Ladezustandsanzeige für Akkumulatoren; Anzeigevorrichtungen mit Leuchtdioden; optoelektronischer Koppler hoher Linearität.

Der Leser kann sich mit den zahlreichen Beispielen, Diagrammen, Aufbauhinweisen und Stücklisten schnell in die Optoelektronik einarbeiten. Die bewußt einfach gehaltenen Schaltungen benötigen meist nur wenig aufwendige Bauteile, die ohne weiteres über den Fachhandel zu erhalten sind. So lernt der Leser beim Experimentieren, also auf einfache Art, den Aufbau und Umgang mit optoelektronischen Geräten, die sich zudem auch noch praktisch einsetzen lassen. *Wz.*

---

## Sonnenkraft

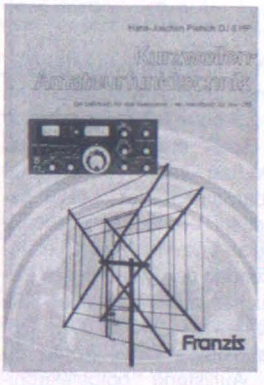
*Basiswissen, Daten, Praxis. Von C. C. Cobarg. 2. Auflage, 175 Seiten, kart. Frech-Verlag, Stuttgart. ISBN 3-7724-0273-9.*

Das Thema Energieumwandlung gewinnt zu dieser Zeit immer mehr Bedeutung in der Technik, der Politik und auch in unserem privaten Leben. Die länger bekannten Energiereserven in Form von Kohle, Erdgas und Erdöl gehen in absehbarer Zeit zur Neige. Gleichzeitig darf die bei der Verbrennung dieser Stoffe entstehende Umweltbelastung nicht außer acht gelassen werden. Auch die Kernenergie ist als Energiequelle immer noch umstritten. Was liegt also näher, als auf die Energie zurückzugreifen, die letzten Endes unser Leben auf der Erde erst ermöglicht: die Sonnenenergie.

Mit diesem Thema beschäftigt sich auch das vorliegende Buch. In anschaulicher Weise beschreibt der Autor, wie man diese, für unsere Zeitbegriffe unerschöpfliche Kraft dem Menschen zu Nutze machen kann. Er führt den thematisch unbelasteten Leser behutsam an das Thema heran; aufbauend auf dem Schulwissen werden die Grundlagen zur Sonnenenergieumwandlung erklärt. Für dieses aufbereitete Wissen und für den vorgebildeten Leser geht es dann weiter über Sonnenofen, Solarzellen (Fotoelemente), Warmwasseraufbereitung bis hin zur Solarheizung. Der besonders interessierte Leser findet auch Beschreibungen für einige Versuche. Zur guten Übersicht tragen zahlreiche Tabellen und Bilder bei. Auf den letzten Seiten des Buches sind zur Vollständigkeit noch Namen und Anschriften von Firmen zu finden, die sich mit dem Themenkreis beschäftigen. Dies ist also ein interessantes Buch zu einem aktuellen Thema. Es ist leichtverständlich geschrieben und trotz aller Technik lebendig gestaltet. *Kn.*

---

## Kurzwellen-Amateurfunktechnik




*Von Hans-Joachim Pietsch, DJ 6 HP. 434 Seiten, 380 Abbildungen, 9 Tabellen. Lwstr.-geb. 58 DM (Subskriptionspreis bei Bestellung bis 28.2.1979: 48 DM). Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-6591-4*

In unserer Vorbesprechung (Heft 25/1978, Seite 1303) dieses Grundlagenwerkes über die KW-Amateurfunktechnik versprachen wir eine ausführliche Besprechung zu einem späteren Zeitpunkt. Dieses Buch deckt einen so weiten Bereich der Amateur-Tätigkeiten ab, daß man, um es wirklich vollständig zu beschreiben, eigentlich eine ganze Druckseite füllen könnte. Als Nachschlagewerk und Lehrbuch gleichermaßen geeignet, findet sowohl der Newcomer als auch der erfahrene OM das, was er sucht: nämlich eine verständliche Beschreibung technischer Fakten. Auch wenn der Trend heute zum Kauf eines industriell gefertigten Funkgerätes geht, sollte dem Amateur der Überblick nicht ganz verlorengehen. Um sich vor den in weiten Kreisen üblichen subjektiven Urteilen zu schützen, die weitgehend vom Design der Frontplatte bestimmt werden, ist eben eine technische Information unerläßlich. Diese hat der Autor hier so dargeboten, daß auch dem Durchschnitts-Amateur das Verständnis erhalten bleibt und nicht nur ingenieurwissenschaftlich Vorgebildete sich mit dem Text befreunden können. Was man sich sonst aus vielen Fachbüchern zusammentragen müßte, ist von Hans Joachim Pietsch so gekonnt zusammengestellt, daß einige Zeit vergehen wird, bis sich auch nur ein Teil des Inhaltes vom aktuellen Amateurfunkgeschehen unterscheidet. Wer aber dennoch tiefer in die Materie einsteigen möchte, findet im Anhang ein umfangreiches Literaturverzeichnis. Die reichlich vorhandenen Abbildungen sind so ausgewählt, daß dem Leser nie der Zusammenhang zum Text verloren geht.

Der erste Teil des Grundlagenwerkes enthält eine Einführung in die Nachrichtentechnik und physikalische Zusammehänge. Ebenso finden sich dort Informationen über Modulation, Halbleiter und Kurzwellenausbreitung. Anschließend wird breitgefächert auf die Technik einer Kurzwellen-Amateurfunkstation eingegangen. Ferner ist ein großer Teil des Buches den Sonderbetriebsarten und ihrer Technik gewidmet. Rat findet auch der Störungen oder störende Beeinflussungen verursachende Amateur. Abgeschlossen wird der Inhalt von einem hilfreichen Sachwortverzeichnis. *Ta.*

# Neue Druckschriften

Eine **Produktübersicht**, die in kompakter Form alle Bauelemente der ITT Bauelemente Gruppe Europa enthält, ist jetzt an Interessenten lieferbar. Auf 120 Seiten werden klar gegliedert die Produkte in sechs Hauptgruppen dargestellt. Fast die Hälfte des Inhalts ist den passiven Bauelementen gewidmet.

□

Von Texas Instruments ist eine umfangreiche Informationsschrift über diskrete **Halbleiterbauelemente im Silect-Gehäuse** erhältlich. Neben einer Produktionsübersicht mit Kurzdaten enthält sie interessante technische Informationen, Anwendungsbereiche und Applikationshinweise für FETs, SCRs, Darlingtons und Temperatursensoren. – Unter dem Titel **LS-TTL-Typenspektrum** steht ferner eine Übersicht aller verfügbaren sowie in Entwicklung befindlichen Low-Power-Schottky-Funktionen zur Verfügung. Die insgesamt 1978 verschiedenen Bausteine sind sowohl numerisch als auch nach Funktionsgruppen aufgeführt (Texas Instruments Deutschland GmbH, Haggertystr. 1, 8050 Freising).

□

Mit 1060 Seiten, ca. 5000 Abbildungen, Schaltplänen, Anschlußbildern, Skizzen, Tabellen ist das **RIM-electronic-Jahrbuch '79** ein praktisches Informationswerk für angewandte Elektronik und eine unentbehrliche Einkaufshilfe für jeden, der etwas mit Elektronik zu tun hat. Das Jahrbuch wird von Jahr zu Jahr dicker, was nicht Wunder nimmt, berücksichtigt man, daß vom Abgleichbesteck bis hin zum Zwischenschalter alles aufgeführt und beschrieben ist, was der Elektroniker (und Bastler) täglich benötigt. Ob Sie nun Schrauben, Lötfahnen oder anderes „Kleinzeug" benötigen, irgendwelche Halbleiter oder Bausätze (RIM design 1 + 2) benötigen, im Jahrbuch '79 ist alles an elektronischen, elektrischen, elektromechanischen Bauelementen, Baugruppen, Bausätzen, Meß- und Prügeräten, Werkzeug und Fachliteratur (über 100 Seiten) enthalten. Sogar ein leibhaftiges Mikroprozessorsystem (ITT-Lehrsystem) ist enthalten.
Das Jahrbuch '79 ist zum Preis von 12.– DM erhältlich. (Radio RIM GmbH, Postfach 202026, 8000 München 2)

□

Zwei neue **Datenbücher** hat Texas Instruments herausgebracht. Das **„Power Semiconductor Data Book"** enthält auf über 600 Seiten die Daten von ca. 500 Standardtypen der Leistungshalbleiter-Technik. Applikationshinweise und Montage-Anleitungen runden den Inhalt dieses Datenbuches ab, welches für 6.60 DM erhältlich ist. Das **„The Optoelectronics Data Book"** ist eine Auflistung optoelektronischer Bauelemente, die in verschiedene Sachgruppen gegliedert ist. Der Glasfasertechnik wurde ein spezielles Kapitel gewidmet, in dem außer einem Applikationsbericht allgemeine Erläuterungen über die Glasfasertechnik selbst gegeben werden. Diese Zusammenfassung des Produktspektrums ist gegen eine Schutzgebühr von 5 DM ebenfalls erhältlich bei: Texas Instruments GmbH, Haggertystraße 1, 8050 Freising.

□

Von ITT-Hobby-Kits gibt es einen **Sonderkatalog Winter 78/79,** in dem interessante Neuheiten, bewährte Bausätze und vor allem preiswerte Sonderangebote enthalten sind.
Zu den meisten Bausätzen sind die Schaltpläne abgedruckt, so da man schon vor dem Kauf weiß, wofür man sein Geld ausgibt. Im Katalog ist eine „Fundgrube", die viele Teile und Bausätze mit herabgesetzten Preisen enthält.
Folgende Produktgruppen sind enthalten: Experimentiergeräte, Spiel und Heim, Nf-Verstärker und Musik, Auto und CB-Funk, Meßgeräte sowie Zubehör, Werkzeuge, Schallwände und Lautsprecher.
Im Abschnitt „Spiel und Heim" reicht die Palette von „elektronischem Fußball" über Roulett und einem elektronischem Glockenspiel mit µC bis hin zu Digitaluhren. Im Abschnitt „Musik und Nf" sind ein Piano und verschiedene Effektgeräte für Bands und Hausmusik, Nf-Verstärker, Equalizer und ein Stereo-Compander beschrieben. Der nächste Teil widmet sich Transistor-Zündsystemen und der Autoelektronik (meist Fertiggeräte). Das Angebot bei „Meßgeräte und Zubehör" reicht von Zweikanaloszillografen (Fertiggerät) über Netzgeräte bis zu einem Funktionsgenerator.
Den Katalog erhalten Sie kostenlos von: ITT-Hobby-Kits, Postfach 1570, 7530 Pforzheim.

□

Der Ausbau des Programmes an **Glimmerkleinkondensatoren** war für die Firma Jahre der Anlaß, einen **Katalog** für diese Kondensatorart herauszugeben. Über die vielfältigen Bauformreihen von Glimmerkondensatoren hinaus werden weitere wertvolle Anwendungshinweise gegeben sowie Ausführungen zu der Technologie und speziellen Qualifikationen gemacht. (Richard Jahre, Lützowstr. 90, 1000 Berlin 30)

□

Auf 175 Seiten enthält der **Katalog für Elektronik und Zubehör** von Südschall ein umfangreiches Sortiment. Von den gelisteten Artikeln sind 97 % ab Lager lieferbar und nur der Rest von 3 % unterliegt längeren Lieferzeiten.

□

Eine Fülle von elektromechanischen Bauelementen enthält der neue **Hauptkatalog** von Lumberg. Einen großen Raum nehmen dabei die Steckverbinder ein, die in den verschiedensten Ausführungen vertreten sind. Röhren-, Transistor- und Relaisfassungen finden sich ebenso zahlreich in der 104 Seiten umfassenden Programmübersicht. Ein alphanumerisches Inhaltsverzeichnis erleichtert das Auffinden der gesuchten Artikel.


## Funkschau

*Impressum, Fortsetzung von Seite 14*

**Anzeigen Auslandsvertretungen:**
**Schweiz:** Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

**Bezug Auslandsvertretungen:**
**Belgien:** Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern).

**Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.



Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.


**Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.**


Für Bauanleitungen und Schaltungen in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. die Schaltungsentwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte und Schaltungen mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.
Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.
Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.